

**CLÁUDIA SOFIA PEREIRA CAIRES**

**Cozinha Virtual: Uma prova de avaliação  
Neuropsicológica em Realidade Virtual**

**Orientador: Professor Doutor Pedro Gamito**

**Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias**

**Faculdade de Psicologia**

**Lisboa**

**2012**

**CLÁUDIA SOFIA PEREIRA CAIRES**

**Cozinha Virtual: Uma prova de avaliação  
neuropsicológica em Realidade Virtual**

Tese apresentada para o grau de Mestre em Psicologia no  
Curso de Mestrado em Psicoterapia, Reabilitação  
Cognitiva e Ciberterapia, conferido pela Universidade  
Lusófona de Humanidades e Tecnologias.

Orientador: Professor Doutor Pedro Gamito

**Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias**

**Faculdade de Psicologia**

**Lisboa**

**2012**

## **Agradecimentos**

Em primeiro lugar e com grande carinho, agradeço à minha família, à minha irmã e em particular aos meus pais, que tornaram possível todo o meu percurso académico e que me ensinaram a nunca estar satisfeita.

Aos meus caros amigos, que me apoiaram e me suportaram ao longo destes longos, curtos anos, com um distinto obrigado a um amigo especial, cujo apoio e paciência foram um verdadeiro alento e a uma amiga em particular, que tal como os livros, já está imbutida nas minhas recordações de estudante e sem a qual este trabalho não seria lido hoje.

Agradeço também aos professores, que tanta paciência tiveram para as minhas birras e indecisões e a todos aqueles que de uma maneira ou de outra, deixaram a sua marca.

A vós, o meu sincero obrigado

## **Resumo**

Esta dissertação surgiu com o intuito de criar uma prova neuropsicológica com todas as características das tradicionais provas de papel e lápis, com o acréscimo de vantagens que as novas tecnologias lhe podem trazer. Desta forma, desenvolveu-se um ambiente virtual com um propósito avaliativo, semelhante ao da prova em papel Trail Making Test e posteriormente ao seu desenvolvimento elaborou-se uma aplicação que foi testada em dois grupos. Compostas por um total de 47 elementos, estas amostras abrangeram população com e sem diagnóstico de problemas de alcoolismo (Síndrome de Dependência Alcoólica), que foram submetidas à execução das provas Cozinha Virtual e Trail Making Test. Os dados daí resultantes comprovam a capacidade desta prova avaliar os défices cognitivos ao nível da flexibilidade cognitiva, da capacidade de sequenciação, de procura visual, velocidade motora e capacidades atencionais e confirmam também a sua correlação com a prova que lhe deu origem.

**Palavras-chave:** Avaliação Neuropsicológica, Realidade Virtual, Trail Making Test

### **Siglas e Abreviaturas**

**MMSE** – Mini Mental State Examination

**FAB** – Frontal Assessment Battery

**C.V.1** – cena 1 da prova Cozinha Virtual

**C.V.2** – cena 2 da prova Cozinha Virtual

**Erros C.V. 1** – Erros registados aquando da aplicação da cena 1 da prova Cozinha Virtual

**Erros C.V. 2** – Erros registados aquando da aplicação da cena 2 da prova Cozinha Virtual

**TMT** – Trail Making Test

**TMT A** – 1ª parte da prova Trail Making Test

**TMT B** – 2ª parte da prova Trail Making Test

**Erros T.M.T. B** – erros registados aquando da aplicação da 2ª parte da prova Trail Making Test

**SDA** – Síndrome de Dependência Alcoólica

**R.V.** – Realidade Virtual

**HMD** – Head Mounted Display

## Índice geral

Introdução .....	6
Capítulo 1 - Fundamentação Teórica .....	9
1. Sistema Nervoso: Lobo Frontal .....	10
2. Adicção .....	13
2.1.1. Neurobiologia da Adicção .....	13
2.1.2. Consequências da Dependência Alcoólica .....	14
2.1.2.1. Danos na Saúde .....	14
2.1.2.1. Danos Sociais .....	18
3. Avaliação Neuropsicológica .....	20
4. Realidade Virtual.....	23
4.1.O seu desenvolvimento .....	23
4.2.Dispositivos .....	26
4.3. Presença, Imersão e Cybersickness .....	27
4.4. Aplicações da Realidade Virtual .....	28
4.4.1.Avaliação Neuropsicológica com Realidade Virtual .....	29
5. Trail Making Test .....	31
Capítulo 2 – Metodologia.....	33
1. Procedimento para elaboração da prova .....	34
2. Participantes .....	35
3. Medidas .....	35
4. Procedimento para aplicação da prova .....	36
Capítulo 3 - Resultados.....	37
Análise Resultados.....	38
Discussão.....	40

Conclusão.....	42
Apêndices .....	I
Apêndice I .....	II
Apêndice II .....	III
Apêndice III .....	IV
Apêndice IV .....	V
Apêndice V .....	VI
Apêndice VI .....	VII
Apêndice VII .....	XXXII
Anexos .....	i
Anexo I .....	ii

## **Índice de tabelas**

Tabela 1. Influência da ordem de aplicação das provas TMT e Cozinha Virtual .....	II
Tabela 2. Características Sócio Demográficas dos elementos sem diagnóstico SDA. ....	III
Tabela 3. Idade dos elementos sem diagnóstico de SDA .....	III
Tabela 4. Características Sócio Demográficas dos elementos com SDA .....	IV
Tabela 5. Idade dos elementos com SDA .....	IV
Tabela 6. Comparação dos resultados das Provas aplicadas .....	V
Tabela 7. Correlação entre as provas TMT e Cozinha Virtual .....	VI



## **Introdução**

O mundo das ciências é uma evolução constante, originadora de desenvolvimento, da aquisição de novos conhecimentos e de técnicas inovadoras, que nos permitem lidar com o mundo de forma mais adequada ao que são os problemas contemporâneos. No entanto, por muito que o mundo científico nos permita conhecer, o comportamento humano carrega sempre alguma incógnita e com ele, o funcionamento cerebral que lhe é associado. Desta forma, diversas áreas científicas se vieram a desenvolver ao longo dos tempos, procurando desvendar algo mais sobre aquele que é o responsável por todas as nossas ações enquanto organismo vivo. Uma dessas áreas é a Psicologia, ciência da mente e do comportamento (Bernstein, Penner, Stewart e Roy, 2011) que, enramada em diversas especialidades, desde a aplicação clínica, à aplicação educacional, passando pela área forense, deu a conhecer ao mundo a neuropsicologia, ciência centrada no curioso mundo do funcionamento neurológico e na forma como este influencia os comportamentos observáveis do ser humano (Beaumont 2008). Esta é uma área que nos permite investigar o funcionamento do nosso cérebro, recorrendo na grande maioria das vezes a técnicas avaliativas, naquela que se denomina de avaliação neuropsicológica. Este processo, procura estudar os comportamentos originados por disfunções cerebrais, recorrendo a uma análise funcional dos processos cognitivos do paciente, permitindo compreender que, conforme as características de uma lesão ocorrida, ou de outro défice que esteja presente, diferentes alterações cognitivas e comportamentais, com diferentes formas de expressão, surgirão. (Lezak, Howieson & Loring, 2004). Tais disfunções, se não presentes desde a nascença, podem ter origem em diversos cenários, desde situações de demência (Salmon & Bondi, 2009), (Gil & Busse, 2009), a lesões com origem em traumatismos crânio-encefálicos ou acidentes vasculares cerebrais (Mattos, Saboya & Araújo, 2002) ou mesmo pelas adições, das quais resultam possíveis degenerações do tecido neuronal (Woicik et al. 2008). No entanto, embora com um objetivo bem definido, nem sempre a avaliação neuropsicológica atinge os seus propósitos no que toca à validade das tarefas avaliativas. Muitas provas perdem algum do seu valor ao avaliar funções com recurso a tarefas que não replicam a realidade do sujeito (Chaytor & Schmitter-Edgecombe, 2003). Tendo isso em conta, este projeto procura trazer ao ramo da neuropsicologia as vantagens das novas tecnologias, permitindo tornar mais eficaz e, idealmente, mais fiável, o seu papel na avaliação. Alia-se assim a Realidade Virtual, técnica que tem vindo a ser desenvolvida e adaptada a uma série de áreas cada vez mais abrangente e que nas quais se tem provado eficaz (Difede & Hoffman, 2002), (Sharar, 2006), a uma técnica secular, detentora de conhecimento,

procurando com esta união aperfeiçoar a capacidade de estudar o cérebro humano. Surge então uma nova prova, que procura manter o objetivo das tradicionais provas neuropsicológicas de avaliação, mas que se destaca por uma maior validade ecológica, quando comparada às tradicionais provas de papel e lápis. Fá-lo, envolvendo a ativação de funções executivas, geralmente necessárias ao decorrer da vida diária de um sujeito e avaliando-as, com recurso à elaboração de uma tarefa mais familiar e realista que as provas tradicionais, que em pouco ou nada se identificam com o dia a dia do paciente. Atualmente, as provas neuropsicológicas procuram avaliar o funcionamento cognitivo diário dos pacientes, ao invés de somente detetar e localizar lesões, como inicialmente sucedia. Como consequência, a ênfase sobre a validade ecológica das provas de avaliação utilizadas aumentou. De forma a verificar e garantir a existência de tal validade, neuropsicólogos procuram demonstrar a existência de verosimilhança e/ou veracidade nas provas aplicadas, ou seja, verificar até que ponto existe concordância entre as zonas topográficas ativadas aquando da aplicação da prova e as zonas ativadas aquando da realização dos comportamentos que se crêm ativadores das mesmas funções que essa prova e a capacidade de prever de forma precisa esses comportamentos, em ambiente não clínico (Reese & Franzen, 1997). No entanto, por muito predictor que estes testes possam indicar que a prova seja, nunca é uma reprodução fidedigna da ação que o paciente realiza. Neste aspeto, a Realidade Virtual destaca-se. Graças à possibilidade de manuseio e alteração de todo o ambiente virtual, o cenário apresentado poderá ser tanto mais parecido com a vida real quanto o seu criador quiser. Desta forma, é muito mais elevada a probabilidade de as capacidades cognitivas a ser ativadas no momento da avaliação, serem as mesmas que se ativam aquando da realização da tarefa num ambiente real (Parsons, 2011).

A familiaridade da tarefa, procura conseguir uma maior adesão por parte dos avaliados, como também conseguir um resultado mais fiel daquelas que são as capacidades, ou incapacidades, na realização de determinadas ações, por parte de quem a realiza.

Todo este processo teve como base orientadora uma prova já existente em modelo de papel, o Trail Making Test, que, composto por duas partes, consiste na união de números e eventualmente letras, com recurso a uma linha a ser desenhada pelo avaliado (Lezak et al, 2004). Esta prova propõe-se a avaliar o comportamento do paciente ao nível da flexibilidade cognitiva, da sua capacidade de sequenciação e procura visual, de velocidade motora e funções atencionais (Misdráji & Gass, 2010), tal como procura fazer a Cozinha Virtual, com

recurso a uma atividade de fácil assimilação e comum na vida da maioria, senão de todos, os avaliados. A sua execução consiste na realização de uma tarefa, que é sugerida à pessoa que assemelhe como se da preparação dos ingredientes para a elaboração de um bolo se tratasse, que se caracteriza pela deslocação, ao longo do cenário e com recurso ao movimento do rato, de uma série de ingredientes devidamente identificados e por determinada ordem. A tarefa complexifica-se numa segunda cena, em que o pedido de agrupamento dos ingredientes é solicitado em adição à sua deslocação. Esta prova decorre num ambiente virtual representativo de uma cozinha.

Posteriormente à sua elaboração e com o objetivo de testar a sensibilidade esperada a esta prova virtual, foi levada a cabo a sua aplicação a duas amostras da população portuguesa. O grupo de controlo compôs-se por elementos sem qualquer diagnóstico psiquiátrico, sendo que a amostra comparativa se caracterizou pelo critério de diagnóstico de Síndrome de Dependência Alcoólica. É esperado que este segundo grupo, diversas vezes apontado como portador de deterioração cognitiva, resultante de consumos excessivos de álcool por um período prolongado (Norton & Halay, 2011), apresente um pior desempenho na execução desta prova e consequentemente valores significativamente inferiores aos do grupo de controlo, pelo que da comparação de valores entre as provas de ambas as amostras resultará uma diferença significativa ao nível da execução. Tais resultados permitir-nos-ão concluir se esta prova é realmente sensível a défices cognitivos e especificamente às capacidades de flexibilidade cognitiva, sequenciação, procura visual, velocidade motora e capacidades atencionais. A aplicação deste cenário foi levada a cabo paralelamente à aplicação da prova Trail Making Test em papel, de forma a controlar-se a possível influência da execução de uma prova na seguinte, fator que se espera revelar não significativo.

## Capítulo 1

### Fundamentação Teórica

## **1. Sistema Nervoso Central: Lobo Frontal**

O Sistema Nervoso Central surge nos primórdios da formação embrionária e o seu desenvolvimento torna-se indispensável para o funcionamento de um ser humano enquanto tal. Tem a sua origem numa placa neural denominada de ectoderme, uma zona densa e alongada, cujas laterais formam uma banda bilateral, denominada de placa neural, cujo desenvolvimento vai decorrendo no embrião, dividindo-se eventualmente, o encéfalo dos restantes componentes do sistema nervoso. Conforme esta placa cresce, as suas laterais elevam-se formando pregas, enquanto a sua zona central se abate para formar a cavidade neural. No desenrolar do desenvolvimento esta cavidade afunda-se cada vez mais e as pregas neurais encontram-se, fundindo-se e formando o tubo neural. Com o fechar deste tubo, as células da crosta primordial separam-se e deslocam-se para o espaço entre a parte dorsal do tubo neural e a ectoderme sobrejacente. Uma proporção destas células agrega-se para formar os gânglios sensoriais dos nervos cranianos e das raízes da espinha dorsal. O fecho da cavidade neural é iniciado em diversos sítios ao nível do prosencéfalo, mesencéfalo e coluna cervical e prossegue rostral e caudalmente. As aberturas temporárias em ambos os extremos do tubo neural em fecho são conhecidas como os neuroporos rostrais e caudais, sendo que os primeiros fecham trinta dias após fertilização e os segundos fecham um dia depois destes. Ao processo de transformação da placa neural no tubo neural dá-se o nome de primeira neurolação (Nieuwenhuys & Voogd, 2008). Durante a quarta semana de gestação, aquando da formação do aspeto rostral do tubo e após o fecho do neuroporo rostral, duas dilatações envolvem as vesículas cerebrais primárias, a vesícula superior é rodeada pelo mesencéfalo e vesícula inferior é rodeada pelo rombencéfalo. Crescimento celular diferenciado e a sua migração resultam em flexões, constricções, invaginações e evaginações do tubo rostral. Isto leva ao aparecimento, na quinta semana de gestação, de cinco vesículas cerebrais secundárias: o telencéfalo, composto pelos hemisférios cerebrais e ventrículos laterais, o diencefalo, onde se encontra o tálamo, o hipotálamo, o subtálamo, o epitálamo e o terceiro ventrículo, o mesencéfalo e o mielencéfalo. Paralelamente, os hemisférios cerebrais surgem como evaginações bilaterais da parede lateral do prosencéfalo e conforme estes se expandem, cobrem gradualmente a lateral do diencefalo, mesencéfalo e porção cefálica do metencéfalo. O crescimento dos hemisférios nas direções anterior, posterior e inferior resultam na formação dos lobos frontal, occipital e temporal. Um crescimento diferenciado entre os lobos frontal e temporal culminam numa depressão chamada insula.

Pela sexta semana de gestação, duas vesículas óticas desenvolvem-se nas laterais do prosencéfalo, primórdios da retina e dos nervos óticos. O metencéfalo desenvolve-se, originando a protuberância e o cerebelo e três outras saliências desenvolvem-se em paredes laterais dos terceiros ventrículos do diencéfalo, o epitálamo, o tálamo e o hipotálamo. Entretanto, os hemisférios cerebrais vão se expandindo e o quiasma ótico inicia a sua formação. Por volta das dez semanas de gestação, começam a desenvolver-se as comissuras cerebrais, grupos de fibras axónicas que conectam as áreas cerebrais correspondentes entre ambos os hemisférios, sendo a maior comissura o corpo caloso. Este expande-se, alimentado pela adicção de fibras resultantes de um aumento do córtex cerebral, arqueando-se posteriormente sobre a parte superior do diencéfalo. Concomitantemente os hemisférios expandem-se anterior, posterior, superior e inferiormente, para formar os lobos cerebrais e as células epiteliais ciliadas presentes em torno do tubo neural, começam a segregar um líquido aquoso que permite a expansão da cavidade do tubo, enquanto o terminal cefálico se contrai, de forma a compor as três primeiras vesículas cerebrais.

Com o decorrer da gestação, os giros e sulcos presentes de forma pouco acentuada o início da formação neural, acentuam-se (Jenkins, 2000).

Aparte das óbvias diferenças físicas, esta anatomia é algo que nos distingue, vertebrados superiores das distintas espécies animais. Resultado de um processo evolutivo, o telencéfalo, composto por dois grandes hemisférios cerebrais, destaca-se na estrutura cerebral humana, como responsável por uma série de capacidades alheias às demais espécies. Esta área, composta por múltiplas camadas de neurónios interconectados de forma complexa é a estrutura dos quatro lobos cerebrais, delimitados nas suas extremidades por grandes sulcos e fissuras (Brandão, 2002). Relativamente ao lobo frontal e de uma perspectiva anatomo-funcional, este compõem-se por três grandes áreas: área motora, área pré-motora e córtex pré-frontal (Miller & Cumming, 2007). A área motora é a principal responsável pela motricidade, sobretudo ao nível da organização e controlo de movimentos finos, tendo também a área pré-motora papel marcado na motricidade, sendo o córtex pré-frontal responsável por integração do comportamento motor e outras formas de conduta (Notte, 2000).

Dos quatro lobos cerebrais, pode apontar-se o lobo frontal como responsável por uma variedade de funções mais relevantes ao nível do funcionamento humano, como são as funções cognitivas e afetivas e capacidades como a empatia, o arrependimento, o sarcasmo, o julgamento e o planeamento, o controlo de impulsos, funções motoras e outras funções executivas, características do comportamento humano (Stuss & Levine 2002). No entanto, o

bom funcionamento destas valências poderá ser comprometido com a presença de um qualquer dano a este lobo, cujas origens podem ser diversas. Síndromes demenciais, como o Alzheimer a Demência Fronto-Temporal (Sereniki & Vital, 2008), ou a Demência de Corpos de Lewy (Salmon & Bondi, 2009), (Gil & Busse, 2009) vão culminar numa degeneração dos tecidos neuronais, originadora de deficiência cognitiva progressiva e consequente incapacitação. Lesões adquiridas, como Acidentes Vasculares Cerebrais e Traumatismos Crânio-Encefálicos são também responsáveis por consequências motoras, comportamentais e cognitivas, resultantes em défices ao nível da motricidade, do relacionamento social e de diversas funções executivas, como alterações da memória e da atenção (Mattos, Saboya & Araújo, 2002), (Guimarães, Ciasca & Moura-Ribeiro, 2007).

Diversas consequências podem advir de uma perturbação nesta área cerebral, mas descrevem-se aqui três Síndromes motoras passíveis de surgir. A Síndrome Piramidal, que resulta numa maior perturbação da mobilidade voluntária, da regulação do tônus muscular e dos reflexos tendinosos e tem como manifestações clínicas paralisia ou parésia e hipertonia dos músculos afetados e consequente espasticidade. A Síndrome Pré-Motora, resultante, como o nome indica, de uma lesão na área pré-motora, pode originar problemas de motricidade complexa, nomeadamente na incapacidade de efetuar ações sequenciais, num comportamento patológico de apreensão ou na dificuldade de iniciação de um movimento. A Síndrome Frontal (Rodríguez, Albuquerque & Arenas, 1999), cujos défices resultam de uma lesão do córtex pré-frontal e se caracterizam por apatia, desinibição e comportamentos obsessivos-compulsivos (Derouesné & Bakchine, 2000) muitas vezes perseverantes, caracterizados por uma repetição anormal de determinada ação (Botez, 1989).

Aparte das situações acima mencionadas, outras ações podem resultar num deficiente funcionamento frontal, como é o caso das adições a alteradores de humor. Legais ou ilegais, estes estupefacientes foram amplamente estudados e comprovados como prejudiciais ao nível de funções cognitivas, com maior incidência nos níveis atencionais e de memória (Yeliosof, Wang, Volkow & Goldstein, 2008). Assim é o caso do álcool, que, dependendo de variáveis como a idade e o género do consumidor e as quantidades e períodos de consumo, pode afetar o sistema neuronal de quem o bebe (Berman & Marinkovic, 2000). Pacientes possuidores dos requisitos necessários para o diagnóstico de Síndrome de Dependência Alcoólica apresentam lesões difusas em ambos os hemisférios cerebrais, no entanto diversos estudos apontam o lobo frontal como a área mais suscetível a lesões resultantes do consumo excessivo de álcool (Moselhy, Georgiou & Kahn, 2001), (Zubaran et al., 1996) e sendo o córtex pré-frontal

importante para um bom funcionamento cognitivo e emocional, estas lesões podem dar origem a comportamentos impulsivos, aumentando a susceptibilidade de recaída (Kelly & Renner, 2008). Estudos realizados com alcoólicos com recurso a tomografia por emissão de positrões confirmam uma correlação entre capacidades neuropsicológicas diminuídas e menor afluxo sanguíneo ao lobo frontal (Adams et al., 1998).

## **2. Dependência de Substâncias**

Caracteriza-se por um conjunto de sintomas, cognitivos, fisiológicos e comportamentais, resultantes da autoadministração continuada de uma substância, apesar dos problemas substancias que este origina. A sua evolução tende a resultar em tolerância, consumo compulsivo da droga e consequente abstinência (American Psychiatric Association, 2006).

### **2.1.1 Neurobiologia da Adicção**

O consumo abusivo de drogas, lícitas ou ilícitas, afeta inevitavelmente o funcionamento neurológico normal do consumidor, estando esta disfunção na origem de possíveis adicções. Este consumo resulta num comprometimento do correto funcionamento de determinados neurotransmissores e respetivos recetores, corrompendo, na maioria das vezes, o desenrolar saudável do sistema endógeno de recompensa do cérebro humano. Regra geral, o consumo de drogas de abuso perturba os circuitos dopaminérgicos cerebrais, responsáveis pela motivação, pelo controlo inibitório e pela aprendizagem condicionada (Renner & Ward, 2008). Sabe-se que uma administração aguda dessas substâncias aumenta as transmissões dopaminérgicas no gânglio basal que desempenha um papel significativo no reforço do consumo (Wise & Rompre, 1989).

Inicialmente detetado no cérebro de consumidores de cocaína e posteriormente verificado noutras adicções, como a heroína, as metanfetaminas, o tabaco e o álcool, um diminuto número de recetores dopaminérgicos D2 nos cérebros destes consumidores, parece ser o principal responsável por um possível padrão de abuso e dependência. Enquanto para um indivíduo com níveis normais de recetores D2 esta experiência de libertação de dopamina se revela demasiado intensa e possivelmente aversiva, para um sujeito com um número reduzido destes recetores, este aumento de dopamina é particularmente compensador (Wise &



Rompre, 1989). Este efeito leva a um comportamento de consumo em busca da recompensa dopaminérgica, resultando num consumo crónico cuja consequência poderá ser a de uma redução de tal função dopaminérgica, com consequente diminuição de recetores D2 e associadas disfunções do córtex pré-frontal (Renner & Ward, 2008).

Dependendo do potencial adictivo da substância consumida, apenas uma percentagem de indivíduos consumidores de uma droga de abuso desenvolve uma dependência. Assim é, porque diversos fatores estão envolvidos nesta eventualidade, nomeadamente, fatores genéticos, de desenvolvimento e ambientais (Volkow & Li, 2005).

Embora seja aquele que tem direito a maior consideração em grande parte dos estudos relacionados com adicções, o sistema dopaminérgico não é o único envolvido neste processo. Outros sistemas são afetados pelo consumo de drogas de abuso, nomeadamente pelo consumo de álcool, como são os sistemas serotoninérgico, opióide e Gabaérgico (Urban & Martinez, 2012). O sistema Serotoninérgico desperta interesse nos estudiosos pela sua relação com a agressão induzida pelo consumo de etanol e é apontada uma diminuição dos transportadores de serotonina, embora estes resultados não sejam lineares ao longo de várias investigações. Esta diferença de resultados parece dever-se a diferenças ao nível do género, do genótipo e da forma de agressão analisadas (Martinez, Kim & Dargharn, 2007), (Heinz, Beck, Lindenberg, Sterzer & Heinz, 2011). Relativamente aos recetores opióides, a sua presença parecer-se notar-se em maior número nos dependentes alcoólicos, quando comparados a consumidores abstinentes, fenómeno que pode ser associado ao desejo de consumo, característico das drogas de abuso (Bencherif et al., 2004), (Heinz et al., 2005). Quanto ao sistema gabaérgico, o recetor GABA<sub>A</sub> aparenta ter um papel significativo nas intoxicações alcoólicas e na dependência, apresentando uma variação do número de recetores, conforme a fase de consumo em que o indivíduo se encontra. Aparentemente, numa fase mais avançada da dependência o número de recetores GABA<sub>A</sub> revela-se menor do que numa fase de abstinência (Krystal et al., 2006).

Toda esta função neurológica, apesar de indissociável do processo de dependência não é exclusiva responsável. Para ser possível desenvolver-se uma adicção há que dar início a um consumo e essa ação inicial já se mostrou influenciável pelos padrões sociais e culturais do consumidor. Já o padrão do consumo mantido, à parte de todas as alterações e predisposições neurológicas, é fortemente influenciado pela genética (Prescott et al., 1994).

### **2.1.2 Consequências da dependência alcoólica**

O consumo excessivo de álcool pode categorizar-se num de dois padrões: abuso ou dependência. O diagnóstico de Abuso do Álcool existe quando a utilização recorrente da substância de eleição resulta em danos sociais, familiares, no trabalho, jurídicos ou físicos, evoluindo para um quadro de dependência quando a estes sintomas acresce a evidência de tolerância, abstinência ou comportamento compulsivo relacionado com o consumo da droga de eleição (American Psychiatric Association, 2006).

#### **2.1.2.1 Danos na Saúde**

Um das patologias mais comuns induzidas pelo consumo abusivo de álcool é a intoxicação alcoólica. Quando presentes em pequenas quantidades, os níveis de concentração de álcool no sangue podem ser originadores de desinibição e ativação, no entanto, quando a concentração de álcool é mais elevada, o efeito passa a ser sedativo, com possíveis défices ao nível da memória e eventual apagão, momento no qual deixa de haver qualquer registo de informação por parte do consumidor. Há a possibilidade de esta intoxicação se desenvolver para um coma alcoólico, do qual surge como consequência possível a morte, normalmente, quando os valores de concentração ultrapassam os 400 a 500 mg de álcool por dl de sangue. No entanto, estes números perdem a sua significância quando nos referimos a consumidores crónicos, pois estes tendem a desenvolver uma tolerância elevada chegando a permanecer completamente alertas com valores de 800mg/dl de álcool (Kelly & Renner, 2008).

Outra consequência deste consumo abusivo é a síndrome da abstinência, quando se procede ao abandono do consumo da droga de eleição, neste caso de bebidas alcoólicas. Esta síndrome pode variar entre um desconforto ligeiro ou acentuado e uma falha multiorgânica funcional, apresentando sintomas como são a falta de apetite, tremores generalizados e irritabilidade, que se desenvolvem ao fim de algumas horas de abstinência e desaparecem entre três a cinco dias depois (Finn & Crabbe, 1997). Menos comum, é o desenvolvimento de alucinações ou convulsões, que se podem inclusive desenvolver num quadro de Delirium Tremens.

Uma patologia comumente associada ao alcoolismo é a Síndrome Wernicke-Korsakoff, que assim se denomina pois se compõe pela comorbilidade de dois diagnósticos

que aquando da sua descoberta, foram registados individualmente, mas que posteriormente se vieram a descobrir ser consequências de uma única perturbação. São eles a Encefalopatia de Wernicke e a Síndrome de Korsakoff. A primeira caracteriza-se por uma rápida incidência, com necessidade de intervenção urgente de forma a evitar um quadro de morte vascular ou cerebral e tem a sua origem numa deficiência vitamínica de tiamina, muitas vezes presente nos alcoólicos como resultado de uma dieta inadequada e reduzida absorção gastrointestinal e armazenamento hepático (Thomson, Ryle & Shaw, 1983). Esta encefalopatia caracteriza-se por congestão vascular, proliferação microglial e hemorragias petequiais, evoluindo para desmielinização e gliose nos casos crónicos, com manifestações clínicas de encefalopatia, caracterizada por profunda desorientação, indiferença e inatenção, com dificuldades ao nível da memória e das capacidades de aprendizagem, disfunção oculomotora, com maior incidência no nistagmo e ataxia da marcha (Charness & So, 2009). Exaustão, apatia e letargia são também característicos deste quadro (Victor, Adams & Collins, 1989). Já a Síndrome de Korsakoff tem um início insidioso e é maioritariamente caracterizada por alterações ao nível da memória num indivíduo de outra forma alerta e responsivo. Torna-se mais óbvia após a fase confusional aguda da encefalopatia de Wernicke e projeta-se numa capacidade verbal espontânea diminuída, com noção limitada da gravidade das alterações sofridas. A perda mnésica dá-se tanto ao nível da memória retrógrada como da anterógrada, podendo um sujeito na fase mais aguda do síndrome não conseguir recordar pequenas informações mesmo que lhas sejam repetidas por diversas vezes (Kelly & Renner, 2008).

Resultado de um consumo excessivo de álcool numa das fases mais sensíveis da vida humana é o Síndrome Fetal Alcoólico. Esta síndrome desenvolve-se quando o consumo de álcool é efetuado ainda na fase de embrionária de desenvolvimento, ou seja, resulta do consumo de bebidas alcoólicas por uma mulher grávida. No entanto, para além deste critério, outros devem ser averiguados de forma a validar o diagnóstico. É assim necessário que em comorbilidade com este consumo exista pelo a presença de pelo menos um dos critérios: atraso no crescimento intrauterino e/ou deficiente evolução estaturoponderal, alterações cardíacas, do sistema nervoso central, ou urogenitais, alterações do foro neurológico associadas a atrasos no desenvolvimento, dimorfismo facial relativo à presença de microcefalia, lábio superior fino, narinas antevertidas, fendas palpebrais curtas e retrognatismo ou micrognatismo (Pinho, Pinto & Monteiro, 2006). Por vezes, mesmo na ausência de grandes alterações físicas, lesões cerebrais tendem a estar presentes, sendo as áreas responsáveis pelo movimento, processos cognitivos, atenção, perceção e memória

particularmente sensíveis à exposição pré-natal ao álcool. Foi igualmente registada uma diminuição volume cerebral (Kelly & Renner, 2008).

Ao nível neuronal, são significativas as alterações provocadas pelo consumo crónico de etanol. Os défices detetados pelas provas de avaliação neuropsicológica são o resultado de alterações cerebrais, como o volume aumentado dos ventrículos cerebrais e diminuição de densidade neuronal até 20% na zona frontal, quando comparada com não consumidores. A estas lesões associa-se uma perda significativa de matéria branca (Victor, Adams & Collins, 1989).

Uma síndrome crónica cerebral que também se desenvolve, nalguns casos associada à degeneração de células Purkinje no córtex cerebral é a degeneração Cerebral Alcoólica. Resultado da combinação entre deficiência nutricional e toxicidade alcoólica, ocorre após dez ou mais anos de consumo abusivo de álcool e afeta particularmente as estruturas cerebrais vérmis superior e anterior. As consequências da presença desta síndrome verificam-se maioritariamente nas dificuldades exibidas ao nível da marcha e da manutenção da postura (Victor, Adams & Mancall, 1959).

Uma consequência mais rara desta dependência é a patologia de Marchiafava-Bignami ou Necrose Primária do Corpo Caloso, geralmente diagnosticada em alcoólicos malnutridos. Tem como principal consequência a desmielinização ou necrose da parte central do corpo caloso e matéria branca adjacente e pode desenrolar-se de forma aguda, subaguda ou crónica (Maciel & Côrrea, 2004). A sintomatologia associada é marcada pela presença de espasticidade, disartria e incapacidade de se deslocar, com desenvolvimento de demência progressiva, expressando sintomas como disartria, dificuldade no movimento, incontinência esfinteriana, hemiparesia e afasia (Falangola & Queiroz, 1992). Muitas vezes este quadro culmina num quadro comatoso com consequente morte, sendo rara a recuperação quase total daqueles que sobrevivem, permanecendo, regra geral, num quadro demente permanente (Rosa, Demiati, Cartz & Mizon, 1991). Este diagnóstico raramente é feito em vida, tornando-se mais evidente aquando da autópsia.

As complicações neuromusculares também fazem parte do compêndio de patologias associadas ao alcoolismo, apresentando-se sobre a forma de neuropatias e miopatias. No caso das neuropatias periféricas, parecem ter origem numa neurotoxicidade alcoólica, com possível complicação por défices vitamínicos associados, concordante com o facto de serem

geralmente diagnosticadas em indivíduos com carências nutricionais. Já a miopatia alcoólica desenvolve-se em sujeitos sem problemas de nutrição e caracteriza-se pelo inchaço, pela dor e pela fraqueza dos músculos afetados, podendo resultar num falha cardíaca (Guimarães & Silveira, 2008).

#### **2.1.2.2 Danos Sociais**

À parte dos danos causados ao nível da saúde e do organismo do consumidor, outras consequências resultam do consumo abusivo desta substância, consequências que implicam outros e cujas lesões não são necessariamente visíveis a olho nú.

O número de acidentes automóveis resultantes como consequência do consumo de álcool revela-se significativo nas estradas portuguesas. Em Portugal Continental, no ano de 2010, 41.998 destas ocorrências foram registados apresentando 2.060 condutores valores de álcool no sangue superiores ao limite legal (Instituto Nacional de Estatística, 2011). No entanto e apesar de o limite definido pela lei portuguesa para contraordenação ser limitado nos 0.05g/dl, o risco de acidente já se eleva com o consumo de uma só bebida. A presença de etanol no organismo provoca lentificação na receção, pelo cérebro, das mensagens enviadas pelo olho, assim como no seu processamento e posterior envio das informações necessárias para os músculos. O tempo de reação pode ser reduzido de 10% a 30% assim como a capacidade de efetuar múltiplas tarefas ao mesmo tempo. Em concordância com a quantidade de álcool ingerido, visão dupla e desfocada podem surgir, assim como a dificuldade de detetar objetos distantes (Institute of Alcohol Studies, 2010).

Outra consequência desse consumo abusivo é a sua associação a desmedidos comportamentos violentos. Essa violentação começa com o próprio e isso é verificável no elevado número de suicídios associado ao alcoolismo. Entre o consumo de uma série de drogas, o abuso de álcool parece ser o responsável por maior número de casos de suicídio. Estes acontecimentos podem dever-se a intoxicações alcoólicas não desejadas que culminam em morte, a comportamentos resultante da desinibição que esta droga provoca, ou mesmo por consequência de patologias depressivas, défices cognitivos ou tendências agressivas, que resultam deste consumo (Brizer & Castaneda, 2010). A violência contra o outro é também um fenómeno muito comum. Por vezes entre parceiros de bebida ou do mesmo grupo de consumo, é mais comum no seio familiar, sendo os cônjuges os mais afetados por esta doença. Embora não exclusivamente, neste tipo de violência associada é mais comum ser o

homem o perpetrador, possivelmente por a taxa de consumo ser superior no género masculino. Sob forma física, emocional e sexual, a violência doméstica, quando não mortal, é destruidora de autoestima, deixando o outro mais vulnerável e mais propenso a aceitar a vitimização como parte de sua condição de cônjuge (Adeodato, Carvalho, Siqueira & Souza, 2005). Quando existem filhos presentes, os danos intensificam-se. Além dos possíveis ataques físicos de que as crianças podem ser vítimas, diversos aspetos da sua vida são completamente violentados. O desempenho escolar tende a piorar, resultando muitas vezes em desistências, a culpa e a vergonha tomam conta destes filhos que muitas vezes têm que crescer depressa de mais para substituir uma mãe ou um pai ausentes e a possibilidade de no futuro virem a seguir os padrões de consumo com que coabitaram na infância, aumenta (Almeida, Pasa e Scheffer, 2009).

O alcoólico, como outros dependentes, tem como primeiro objetivo satisfazer a necessidade de consumo. Para isso, muitas vezes descumpra normas sociais e acaba assim por alienar família e amigos, para quem os distúrbios causados pelo consumo excessivo se tornam intolerantes. Assim, muitas vezes o consumidor começa a fazer-se acompanhar de outros bebedores crónicos, aumentando por consequência o seu padrão de consumo e as mentiras começam a tornar-se cada vez mais comuns, como forma de escapar aos juízos da família e das pessoas próximas de si. Este comportamento patológico estende-se inevitavelmente até à vida familiar, o que resulta muitas vezes em conflitos e na perturbação do desenrolar da vida de cônjuges e filhos (Lino, 2006).

Como em qualquer dependência, a necessidade de consumir não se limita aos períodos de descanso, está presente mesmo em horas de trabalho. No entanto, o consumo de álcool durante ou antes do período laboral pode afetar o trabalhador, os colegas e a própria empresa, estendendo-se este dano por vezes ao público em geral. A presença de álcool no organismo pode ser ditadora de acidentes, tornando mais provável a sua ocorrência, responsável um elevado nível de absentismo por parte destes trabalhadores e falta de pontualidade, com entradas tardias, horas de almoço prolongadas e saídas adiantadas. Estas e outras questões levam ao aumento da pressão exercida sobre os colegas, procurando compensar a ausência desse trabalhador de forma a não ver a produtividade da empresa diminuída, originando conflitos e queixas assim como a existência de possíveis atos de violência. A empresa pode também ver-se penalizada financeiramente, pelo pagamento de indemnizações por perdas e danos e eventuais custos de substituição de trabalhadores. Quando presentes no seu posto e a

desempenhar a o seu papel, estes trabalhadores tendem a apresentar uma produtividade reduzida, pois tanto a intoxicação como o período de abstinência têm impacto nas capacidades motoras, no tempo de reação, capacidade de aprendizagem e memória, entre outros (Organização Internacional do Trabalho, 2008).

### **3. Avaliação Neuropsicológica**

Presume-se que a presença de disfunções, ao nível cerebral, date da existência primordial de vida humana, no entanto, a abordagem a este tema, desde que a há, não foi sempre a mais correta. Com o passar do tempo e o desenvolver lento de evolução num campo ainda desconhecido, surgiu uma novidade: a avaliação neuropsicológica. Esta nova área tinha como objetivo inicial identificar as pessoas que padeciam de perturbações neurológicas, orgânicas ou funcionais (Hebben & Milberg, 2009), numa data em que se acreditava que um só tipo de disfunção cerebral seria comum a todas as perturbações. Em torno desta ideia, surgiria brevemente a hipótese de se desenvolver um teste para avaliar tal disfunção. Para que isto pudesse ser feito, um critério teria que ser definido, de forma a ser possível distinguir entre a presença e ausência de lesão cerebral, pelo que se recorreu à utilização de valores normativos, os quais teriam origem no resultado da aplicação da prova em indivíduos neurologicamente saudáveis, com características demográficas relativamente homogêneas. A estes valores, considerados normais, comparar-se-iam os valores obtidos na prova, quando aplicada a sujeitos com algum tipo de disfunção neuronal (Mitrushina, Boone, Razani & D'Elia, 2005). Com o passar dos anos, pela década de 60, começou a tornar-se evidente a insuficiência desta prova única para uma avaliação correta de todas as disfunções, pelo que, mantendo sempre em mente a necessidade de utilizar valores normativos, neuropsicólogos começaram a trabalhar na construção de baterias de testes. Assim sendo, quando aplicadas estas baterias, os valores que os seus resultados revelassem, poderiam ser indicadores de lesão cerebral se pontuassem abaixo de um valor definido. Esta forma de avaliação veio suplantir a prova única que até então era utilizada, mas ainda acarretava muitas falhas. Apesar de não ser tão generalista, não considerava os diversos fatores, como a organização cerebral do indivíduo que realiza a prova, possíveis lesões corticais e mesmo o seu grau de inteligência, que teriam influência no seu desempenho (Hebben & Milberg, 2009).

A estas baterias surgiram entretanto, como alternativa, testes para avaliar funções cognitivas específicas. Com origem em grupos de pesquisa de diversas universidades, estes

procuravam, para além da deteção objetiva de lesões cerebrais, medir também funções cerebrais. Esta evolução deu, novamente, origem a baterias que desta vez se destacavam pela ausência de valores normativos e pela análise de medidas e padrões qualitativos do desempenho. Com estes desenvolvimentos, o acesso à neuropsicologia, que era inicialmente restrito a certas elites laboratoriais, tornou-se possível também a clínicas e hospitais e levou à criação de novas provas, adaptadas à perturbação que se pretendia estudar (Bryan & Whishaw, 1999).

Esta trabalhosa área de avaliação neuropsicológica surgiu numa época em que as técnicas de neuroimagem eram ainda muito rudimentares, pelo que, inicialmente, o seu foco principal era unicamente na localização das lesões cerebrais ao nível anatómico. Posteriormente, com o evoluir de novas técnicas de imagiologia, o papel desta forma de avaliação passou a centrar-se mais na análise de diversas capacidades cognitivas, em vez de, simplesmente localizar a zona cerebral lesada, passou-se a avaliar a influência dessa lesão nas funções cognitivas do paciente, possíveis défices ao nível da memória, da atenção, da percepção e de diversas outras funções, cuja alteração variaria conforme a zona afetada (Gorske & Smith, 2009). O objetivo da neuropsicologia passa assim a ser o de atuar no sentido de diagnosticar a presença de perturbações, com o objetivo de avaliar e trabalhar o comportamento disruptivo que destas resulta (Bryan & Whishaw, 1999), centrando-se em cada indivíduo como único e dando ênfase à influência que o processamento cerebral terá na reabilitação do doente (D'Amato & Hartlage, 2008). Atualmente, as técnicas de avaliação neuropsicológica desempenham um papel de diagnóstico ao nível das funções cognitivas, procurando detetá-las e localizá-las, com o intuito de obter uma estimativa da capacidade cognitiva do sujeito, (Bryan & Whishaw, 1999) podendo ser útil como apoio na condução de decisões ao nível de tratamento, para desenhar tratamentos individualizados, avaliar a necessidade de alterações e monitorizar a sua eficácia (Lambert & Kinsley, 2006).

Aprofundando um pouco esta área, dir-se-á que a avaliação neuropsicológica recai sobre dois grandes campos, podendo ser qualitativa ou quantitativa. Embora muitas vezes sejam utilizadas como duas experiências distintas, nota-se uma maior eficácia na utilização conjunta destas formas de avaliação.

Numa perspetiva quantitativa é realizada a comparação entre o desempenho de um sujeito numa prova e um grupo de valores normativos, de forma a verificar se esta fica abaixo de determinado valor, mostrando padrões de performance que podem sugerir forças e fraquezas, sinais de diferenças entre hemisférios e possível lesão cerebral (Fachel & Camey,



2000). Na abordagem qualitativa, sugere-se uma avaliação mais direcionada para o comportamento observável do respondente. O interesse surge sobre os processos que o paciente utiliza para resolver as provas de avaliação, formal e informal, mais do que sobre quaisquer resultados esperados, a observação do comportamento pode permitir ao avaliador perceber se fatores como o método de apresentação, a forma de resposta e o tempo fornecido, contribuem ou não para a performance do paciente (D'Amato & Hartlage, 2008).

Esta forma de avaliação apresenta, no entanto, algumas limitações, nomeadamente, no sentido de avaliar fielmente as capacidades, ou incapacidades, ao nível do funcionamento na realização de tarefas diárias do paciente. Procura-se cada vez mais que as provas de avaliação neuropsicológica sejam refletoras e predictoras daquilo que se desenrola na vida diária do sujeito, no entanto, esta procura não corresponde, em grande parte, àquela que é a oferta desta ciência. A neuropsicologia é uma ciência cujas fundações continuam a ser a localização de lesões e o diagnóstico clínico, pelo que, as provas utilizadas, ainda hoje, na avaliação neuropsicológica, têm a sua conceção original pensada para a abordagem destas problemáticas e não para uma avaliação das capacidades de funcionamento diário, ainda que resultantes de algum défice ou lesão. Como exemplo, uma avaliação positiva na capacidade de inibição de uma resposta automática, com uma prova como o Teste de Stroop, pode levar à dedução de que o avaliado está apto para, numa tarefa como conduzir, reagir rapidamente perante um sinal vermelho, travando. (Marcotte & Grant, 2010). Deste modo, se esta prova indicar que se mantém esta capacidade, parte-se do princípio que o paciente estará apto para conduzir nestas condições, no entanto, esta ação não é assim tão linear. As provas tradicionais têm vindo a perder algum terreno no que toca a propriedades psicométricas, nomeadamente, em relação à sua validade ecológica (Spooner & Pachana, 2006). Existem hoje inúmeras formas de avaliação com validade superior, sendo que aquilo que se procura avaliar, se aproxima muito mais da vida real do paciente. Um exemplo, muito utilizado com idosos, as Avaliações da Vida Diária, permitem avaliar, recorrendo a tarefas comuns do dia a dia, a capacidade de autocuidado e de administração do ambiente em seu redor. O desempenho do paciente em pequenas atividades, como tomar banho, alimentar-se e vestir-se, é cotado e utilizado como critério determinante da independência do indivíduo (Hill, Backman & Fratiglioni, 1995)

## **4. Realidade Virtual**

Esta forma de tecnologia foi até à atualidade amplamente desenvolvida e permite atualmente, através da integração de gráficos gerados por computador, movimentar-se num mundo tridimensional com o qual o utilizador pode interagir como se estivesse num ambiente imaginário (Fox, Arena & Bailenson, 2009). Este mundo, denominado de Ambiente Virtual é não estático, pois reage às ações do utilizador, o que permite tornar toda a experiência mais real. A interação em tempo real é uma das características essenciais da Realidade Virtual, ou seja, o ambiente é alterado no momento, perante as ações realizadas pela pessoa, dando-lhe a sensação de estar presente num ambiente real (Coiffet, 2003), pelo qual pode navegar através de aparelhos preparados para esse efeito, permitindo que este se adapte aos seus movimentos (Fox, Arena & Bailenson, 2009).

### **4.1. O seu desenvolvimento**

A tecnologia de renderização digital em três dimensões é cada vez mais um fenómeno presente no dia a dia de milhões de pessoas. Quer seja num jogo de consola, num filme com efeitos especiais ou num software de animação, muitos de nós recorrem a esta tecnologia sem ponderar todo o processo que sofreu desde a sua origem até àquilo que é hoje. Com início nos anos sessenta e na área da aeronáutica, teve numa visão ortográfica de uma forma humana a sua forma embrionária. Criada pelo designer William Fetter quando procurava maximizar a eficiência da disposição no interior de um cockpit de um Boeing, esta visão veio a ser por ele designada de computação gráfica e viria a revelar-se o início de um longo percurso. Partindo desta novidade, um contemporâneo do autor desenvolveu um projeto pioneiro para a sua tese de doutoramento, um sistema que vinha permitir que pela primeira vez se criasse uma imagem interativa com recurso a um simples computador e que se viria a revelar o primeiro programa de interface gráfico (Shklyar, 2004). No entanto, ainda que revolucionárias, as primeiras imagens tridimensionais eram bastante rudes comparadas com as imagens atuais, pois era possível ao utilizador visualizar as formas presentes à frente e atrás da estrutura criada. Esta imperfeição levou à necessidade de elaborar diversos programas de remoção das superfícies indesejadas, procurando tornar a imagem criada ainda mais realista, mas permanecendo sempre algumas arestas por limar. Assim, seguiu-se a necessidade de aumentar a complexidade de cena criada, sem no entanto aumentar a quantidade de geometria, sobrecarregando a sua renderização, visto que inicialmente a técnica utilizada para aumentar

esta complexidade, era através da adição de polígonos. Surgiu então a chamada técnica de sombra de Gouraud, que através da interpolarização da cor dos vértices conseguia simular uma superfície relativamente lisa. O único revés desta aplicação era o facto de os vértices ainda aparecerem facetados, assim como a presença de uma luminosidade em forma de estrela, devido à natureza linear da interpolarização. Esta técnica veio a ser aperfeiçoada por Phong Bui-Tuong, com significativamente melhores resultados, mas com o contra de ser um processo até oito vezes mais moroso que o original. A estes, outros projetos se seguiram com o recurso a tecnologias cada vez mais avançadas e resultados cada vez mais próximos do real. Desta forma, o processo de aperfeiçoamento de técnicas de sombreado evoluiu até ao que é hoje o mundo da renderização, sobrepondo-se ao trabalho pioneiro de elaboração de figuras em três dimensões, a possibilidade de moldá-las e trabalhá-las quase sem dificuldades técnicas, de forma a tornar quase igualáveis os mundos real e tridimensional (Shklyar, 2004).

Este é só um pequeno ponto num mundo de grandes desenvolvimentos tecnológicos. Com recurso a estas então inovadoras técnicas de renderização e ao material inovador que veio a surgir no mundo das novas tecnologias, novos mundos começaram a ser criados. É este o caso da realidade virtual. Tendo surgido há mais de 4 décadas pelas mãos de Morton Heilig, teve a sua estreia com a invenção de sensorama, um simulador que permitia ao seu utilizador desfrutar de uma viagem de mota pela cidade de Nova Iorque, sem sair do espaço físico em que se encontrava. Esta invenção virtual tinha vídeo feedback tridimensional, movimento, cor, som estéreo, cheiros, efeitos de vento e um assento vibratório, que permitiam ao passageiro que circulava na suposta mota, sentir o vento e as poças das ruas de nova Iorque, enquanto inalava os aromas que emanavam das lojas por onde passava (Burdea & Coiffet, 2003). Este primeiro simulador surgiu com grande impacto, como revelador das possibilidades das novas tecnologias, no entanto falhava numa questão, não permitia que houvesse interação entre o utilizador e o ambiente. Surgiu assim em 1965 “The Ultimate Display” (Mazuryk & Gervautz, 1996), a construção de um mundo virtual com acréscimo de incorporação de gráficos interativos e feedback de resistência aos métodos antes utilizados. Algum tempo depois, surge o primeiro aparelho de Realidade Virtual, considerado o primeiro Head Mounted Display, com head tracking incorporado, apresentava uma imagem estéreo que era atualizada conforme a posição e orientação do utilizador. Esta invenção viria a tornar-se a base para muito do desenvolvimento que surgiria nas décadas seguintes na área de realidade virtual. Em 1982 Thomas Furness, trabalhando com a força aérea Americana, desenvolveu um simulador de voo avançado, que representava, com recurso a um HMD, a cabine de um avião, com gráficos

a fornecer dados para um trajeto de vôo ideal (Burdea & Coiffet, 2003). Outra agência Americana interessada em investir nestes revolucionários simuladores foi a NASA. Sem este material a simulação de um ambiente extraterrestre fidedigno para treino de astronautas tornava-se particularmente difícil, se não impossível. Assim, por volta de 1981, esta agência criou o protótipo de um HMD de cristal líquido – LCD, tecnologia que é ainda hoje amplamente utilizada e que se veio a denominar de “Virtual Visual Environment Display” (Mazuryk & Gervautz, 1996). Deu-se então a criação do primeiro sistema de Realidade Virtual através da incorporação de dois computadores e um tracker sem contacto. Este último enviava os dados relativos à posição da cabeça do utilizador para um dos computadores que os reenviava para o computador seguinte que por sua vez calculava as imagens a ser apresentadas no HMD (Burdea & Coiffet, 2003). Até esta data toda esta tecnologia estava inacessível ao utilizador comum, sendo fruto de investimentos extremamente dispendiosos para uso exclusivo das agências que lhe deram forma. No entanto, em 1988, surgiu a primeira comercialização de tecnologia direccionada para a Realidade virtual. Os produtos comercializados foram uma luva sensorial, uma evolução significativa comparada com os tradicionalmente utilizados rato e teclado, cujos sensores de fibra ótica que a compunham permitiam ao computador receber informações acerca dos movimentos da mão de quem a utilizava, tornando possível a interação com o ambiente virtual através de gestos e o Eyephone, um HMD rudimentar, com fraca qualidade de imagem. Posteriormente e como forma de contornar esta falta de qualidade desenvolveu-se o Binocular Omni-Orientation Monitor – BOOM. Este produto compunha-se por uma pequena caixa onde se encontram dois monitores, montados sobre um braço metálico que ao ser movimentado pelo utilizador, cedia informação acerca da sua posição e orientação ao computador, aos quais o ambiente virtual se adequava (Onyesolo & Eze, 2011). A esta seguiu-se a invenção das CAVE’s, em que ao invés de pequenos projetores que tinham que ser colocados pelo utilizador, imagens eram projetadas a 360° numa sala, permitindo uma melhor qualidade de imagem e maior sensação de imersão no ambiente e a Realidade Aumentada, que hoje em dia comercializada em pequenas tecnologias, foi produzida pela primeira vez para auxiliar pilotos de combate e caracteriza-se pela sobreposição de informação virtual à imagem real de um ambiente (Mullen, 2011).

#### 4.2.Dipositivos

A interação quase real que a Realidade Virtual se propõe a oferecer, é indissociável de toda esta série de componentes físicas que permitem tornar toda a experiência em 3D o mais verdadeira possível. Com o passar dos tempos, os aparelhos rudimentares foram evoluindo para verdadeiros tesouros tecnológicos, permitindo hoje em dia que haja uma interação reativa entre sujeito e ambiente virtual. Estes podem caracterizar-se em dois tipos de dispositivos, os de Entrada e os de Saída. Os dispositivos de Entrada caracterizam a forma como o utilizador comunica com o computador e devem fazer com que o controlo que este exerce sobre o ambiente virtual, seja o mais intuitivo e natural possível, já os dispositivos de Saída centram-se na apresentação da informação visual ao utilizador, pelo que atualizações rápidas e qualidade de imagem são deveras importantes para gerar uma sensação de imersão. A apresentação ideal deve apresentar elevada resolução, brilho e contraste, sem descurar a usabilidade do dispositivo, procurando que seja o mais leve e fácil de usar possível (Marcinčin, 2009). Diferentes tipos de sistema de Realidade Virtual utilizam diferentes dispositivos visuais de saída. O material mais simples e intemporal será o tradicional ecrã de computador, onde é apresentado o cenário sem grandes níveis de imersão ao qual, como alternativa, para uma visualização mais imersiva e em maior escala existem os projetores, que podem ser compostos nas CAVE's, as tais salas com projeção a 360°. Outro equipamento utilizado em Realidade Virtual, que permite uma visão tridimensional com total cobertura do espaço visual, tornando toda a experiência mais real, são os HMD's, que inicialmente apresentando grandes dimensões e um peso deveras incomodativo, desenvolveram-se em pequenos, mais leves e mais práticos capacetes, com dois monitores de grande resolução. Ainda assim, como alternativa aos HMD's existem os óculos 3D, de pequeno porte, que permitem ao utilizador visualizar o cenário pretendido através das lentes, mas que, ao contrário dos anteriores, não são tão envolventes a nível imersivo, pois não ocupam por completo o espaço visual (Marcinčin, 2009). Existe uma série de outros materiais, em constante evolução, que permitem aprofundar, melhorar e tornar o mais envolvente possível toda a experiência em Realidade Virtual. Desde diversos modelos de luvas, que registam todo o movimento dos dedos e das mãos e que permitem simular o toque à sensação de calor produzida por sensores térmicos e pequenas vibrações, a registadores de movimento mais ou menos complexos e às Spaceball, pequenas bolas sensíveis à força e torção sobre elas exercidas, estes aparelhos prometem vir a fazer-nos esquecer o mundo físico em que nos

encontramos e a transportar-nos momentaneamente para um outro qualquer lugar que somente para nós existe (Craig, Sherman & Will, 2009).

### **4.3. Imersão, Presença e Cibersickness**

Idealmente, com recurso ao total das suas possibilidades, uma experiência virtual deverá ser originadora de um sentido de presença e imersão, efeito conseguido quando o sujeito se desliga do mundo real, direcionando a sua atenção somente para os estímulos gerados por computador (Gregg & Tarrier, 2007). Por imersão, entende-se a sensação de estar isolado do mundo real com perceção de estar incluído no ambiente virtual, tanto a nível mental como físico. Muitas vezes, o fenómeno de imersão física torna-se tanto mais real quanto mais complexo for o material a que o utilizador tem acesso pois a experiência física é impulsionada pelo feedback sensorial que o ambiente lhe dá, ou seja, pela capacidade de interação em tempo real com o ambiente virtual. A imersão mental refere-se aqui à sensação de presença, em que há um envolvimento emocional e mental com o ambiente e toda a experiência decorrente, isolando-se do mundo real e tomando como real o ambiente virtual (Sherman & Craig, 2003). Lombard and Ditton (2006) identificam seis definições distintas de presença, sendo que a mais adequada ao mundo virtual será a de presença como sensação de transporte, em que há a sensação de ser transportado para um outro mundo. Já Heeter (1992) distingue três diferentes tipos de presença: a presença pessoal, referindo-se ao quanto a pessoa se sente como parte do ambiente virtual, a presença social, que equaciona até que ponto outros seres presentes no ambiente virtual coexistem com o utilizador, reagindo à sua presença e a presença ambiental, que regista até que ponto o próprio ambiente reconhece e reage com a pessoa que com ele interage. Num ambiente físico sem qualquer tipo de mediação, a presença é imperativa, é aquele espaço que está a ser inevitavelmente experienciado pela pessoa, no entanto, quando alguma forma de tecnologia surge como intermediária do utilizador e do ambiente a ser experienciado, há que considerar dois ambientes distintos simultaneamente: o físico em que a pessoa se insere e o ambiente que lhe é apresentado pelo meio de comunicação utilizado. A esta situação adequa-se a utilização do termo telepresença, o qual se refere ao quão presente a pessoa se sente no ambiente que lhe é apresentado em detrimento da sensação de presença no ambiente físico em que se encontra, como acontece num realista, mas fisicamente não existente, ambiente virtual (Steuer, 1993).

Ainda assim, alguns efeitos menos desejáveis podem decorrer desta aplicação. Uma consequência possível, resultante de conflitos entre formas de perceção sensorial, é fenómeno

de Cybersickness, semelhante aos enjoos de movimento que acontecem, por exemplo, aquando de uma viagem de carro. Este efeito caracteriza-se pelo aparecimento de enjoos, desorientação, vertigens, dores de cabeça, ataxia, sudação, entre outros, sintomatologia que pode permanecer até horas ou dias após a experiência virtual. Isto acontece pela chegada de informações contraditórias ao cérebro. Enquanto o sistema visual diz que a pessoa ou o ambiente que a rodeia está em movimento, o seu sistema vestibular não recebe qualquer informação a confirmar este fenómeno, pois o utilizador permanece parado no ambiente físico (LaViola, 2000). Este desencontro de informação provoca uma reação orgânica que culmina na sintomatologia referida.

#### **4.4. Aplicações da Realidade Virtual**

A Realidade Virtual encontra-se amplamente disseminada no mundo da Ciência e da Medicina. Programas de anatomia digitais, com imagens anatomicamente precisas em três dimensões que podem ser visualizadas sobre qualquer perspetiva, permitindo tanto a estudiosos como a alunos um acesso que nem dissecações cadavéricas permitem (Riva, 2003). Permite treinar para cirurgias laparoscópicas não invasivas através de simuladores (Gor, McCloy, Stone e Smith, 2003) no planeamento de cirurgias (Dammann et al., 2001), (Xia et al., 2000), através de um sistema virtual que permite incorporar imagens de diferentes métodos de imagiologia, compondo uma imagem tridimensional do órgão a trabalhar assim como no ensino de microcirurgias (Erel, Aiyenibe & Butler, 2003).

A realidade virtual tem vindo a ser adotada por muitas outras áreas. No mundo da arquitetura, na vertente de ensino, já se revelou eficaz a facilitar a assimilação de informação por parte dos alunos, dando-lhes acesso a um visita imersiva ao estilo arquitéctónico a ser estudado ao invés de somente o teorizar (Jacobson, 2008), ao nível de formação na área da aviação (Lee, 2005) e, talvez uns dos maiores responsáveis da disseminação desta Realidade, os jogos de computador, que cada vez mais evoluem a nível de gráficos, de componentes interativas e de potencialidade imersiva (Zyda, 2005).

Embora ainda pouco utilizada para fins terapêuticos na área da psicologia, esta ferramenta pode ser importante para os clínicos, ao permitir a realização de técnicas de tratamento que anteriormente seriam demasiado dispendiosas ou mesmo impossíveis de realizar numa terapia tradicional. Como exemplo, numa intervenção em fobias por meio de uma terapia cognitivo-

comportamental, através do método de dessensibilização sistemática, é realizada uma aproximação gradual ao estímulo e/ou situação fóbica, muitas vezes acompanhada de outras técnicas, de forma a levar o paciente a interpor uma resposta incompatível com a ansiedade gerada pela situação fóbica. Esta exposição dá-se, inicialmente, por imaginação, desenvolvendo-se, idealmente, para uma exposição *in vivo* (Remor, 2000). Em casos como os de fobia de viajar de avião, ou de Stress Pós-Traumático de Guerra, esta exposição *in vivo* pode revelar-se dispendiosa e por vezes impossível de levar a cabo. Neste tipo de situações, a Realidade Virtual desempenha um papel fundamental, pois permite que seja realizada esta exposição ao estímulo fóbico, com igual impacto ao de uma exposição no terreno, sem fazer sair o paciente do local de onde se encontra o material utilizado. Através da apresentação de um cenário elaborado em Realidade Virtual, adaptado à fobia expressa pelo paciente, é possível atingir resultados equivalentes aos de uma terapia tradicional, com total controlo da situação e dos parâmetros utilizados, por parte do terapeuta, algo que uma dessensibilização tradicional dificilmente poderá oferecer (Riva & Galimberti, 2001).

#### **4.4.1. Avaliação Neuropsicológica com Realidade Virtual**

Como forma de resposta à fraca validade ecológica das provas neuropsicológicas a ser utilizadas atualmente, além da possível combinação destas com observações comportamentais, escalas de cotação e autoquestionários (Parsons, 2011), surge uma mais recente forma de abordagem, a Realidade Virtual. De forma a permitir ao mundo da neuropsicologia tomar vantagem das novas tecnologias, vêm a surgir a utilização de mundos virtuais na área da avaliação neuropsicológica (Morganti, Gaggioli, Strambi, Rusconi & Riva 2007), (Rose, Attree & Brooks, 1998). A principal vantagem que visa esta forma de avaliação, através de Realidade Virtual, é a de vir completar uma lacuna apontada aos testes de papel e lápis, a sua falta de validade ecológica. Ou seja, uma prova realizada em papel e lápis pouco se assemelha às tarefas que, no dia a dia do sujeito, exigem o recurso à função a ser avaliada (Higginson, Arnett & Voss, 2000). Propõe-se, através da aplicação de provas, a ativação de determinadas funções cerebrais e a sua paralela avaliação, transportado as funções aí utilizadas, para tarefas da vida diária. Como forma de contornar este problema, foram elaborados vários testes, a ser desempenhados no mundo real do paciente, no entanto, tornava-se difícil, senão impossível, ter um controlo restrito sobre o ambiente e a prova (Bryan & Whishaw, 1999). A avaliação através de cenários virtuais, veio assim assumir um



papel de destaque, pois veio permitir a interação do paciente com ambientes idênticos à realidade, sem perder o controlo sobre a situação de avaliação (Fox, Arena & Bailenson, 2009).

Parsons & Rizo (2008) desenvolveram um cenário denominado de “Virtual Reality Cognitive Performance Assessment Test”, com o objetivo de avaliar processos atencionais, composto por um cenário representativo da condução de um veículo pelas estradas de uma cidade virtual. Procuraram comparar o desempenho de tarefas, ao nível da atenção para apresentações de estímulos simples e complexos e para apresentações de estímulos de baixa e alta intensidade. Os resultados obtidos indicaram uma efetiva diminuição de eficácia no desempenho pelos estímulos mais intensos e complexos. Morganti, Gaggioli, Strambi, Rusconi & Riva (2007) desenvolveram um cenário baseado no subteste do labirinto da prova WISC-R, que aplicaram paralelamente a um conjunto de provas neuropsicológicas estandardizadas, com o objetivo de avaliar a orientação espacial em indivíduos com lesão cerebral. Os resultados obtidos foram indicadores de congruência entre os resultados das provas de papel e lápis e da prova em R.V. A “Virtual Classroom” (Rizzo et al., 2006), foi um sistema virtual desenvolvido com recurso a HMD, com o objetivo de avaliar e possivelmente reabilitar pacientes com processos atencionais diminuídos. O projeto inicial tinha como foco a avaliação da atenção em crianças com Défice de Atenção e Hiperatividade, que se sentavam numa secretária virtual e cujo desempenho atencional era avaliado enquanto uma série de estímulos distractores comuns a uma sala de aula, decorriam ao seu redor. Esta avaliação era feita em termos de tempo de reação, desempenho e erros, efetuados numa variedade de tarefas que era atribuída no quadro ou pela voz de uma professora representada virtualmente.

Existem diversos aspetos importantes da Realidade Virtual que podem trazer novas possibilidades à avaliação neuropsicológica, como uma maior estandardização da administração, com maior precisão do tempo de apresentação, fácil administração e recolha de dados e uma apresentação randomizada de estímulos, independentemente do número de repetições (Parsons, 2011). É também uma mais-valia a forma como esta Realidade é passível de ser controlada. Contrariamente à interação clássica com o material mais comum, na Realidade Virtual existem dispositivos que permitem o registo dos movimentos de uma ou mais partes do corpo, simultaneamente. Todo o movimento é registado e não só o momento em que há um contacto objetivo com o material utilizado (Riva, 1997). Da mesma forma, a informação que é fornecida ao utilizador permite à pessoa obter reações às suas ações, que podem ir para além do canal visual, através do canal sensorial, auditivo ou outro, em função

do material utilizado, o que permite que esta realidade se torne também acessível para pessoas com alguma deficiência ao nível dos sentidos. Aquilo que é controlado pelo utilizador é igualmente importante, pois enquanto tradicionalmente o controlo mantido sobre a aplicação se restringia a números ou letras inseridos através do teclado ou qualquer ação simples e objetiva, utilizando o ponteiro do rato, com material mais desenvolvido, é possível a pessoa interagir e mesmo alterar o ambiente virtual, imitando a manipulação de objetos realizada no mundo real (Riva, 1997). Tudo isto vai permitir tornar mais real e controlada a tarefa que se solicita ao paciente que realize, garantindo que aquilo que a prova apresentada em Realidade Virtual se propõe a avaliar, é de facto, aquilo que avalia. Ou seja, garantir que as funções ativadas aquando da aplicação da prova são, efetivamente, as funções que determinadas tarefas do dia a dia ativariam (Parsons & Rizzo, 2008).

## **5. Trail Making Test**

O Trail Making Test foi, durante muito tempo, uma das provas mais utilizadas em avaliação neuropsicológica, tendo surgido inicialmente como parte de uma prova utilizada no campo militar - Army Individual Test Battery (Rowe, 1998).

É uma prova composta por duas partes, A e B, em que ambas consistem na dispersão de vinte e cinco círculos por uma folha de papel A4. Na parte A, os círculos estão numerados de um a vinte e cinco e é requisitado ao paciente que os una, por ordem crescente, através do traçar de uma linha. Na parte B, os círculos incluem igualmente números, de um a treze, mas também letras, de A a L. Tal como na parte B, o paciente deve unir os círculos de forma ascendente, com a tarefa acrescida de alternar entre números e letras (ex. 1-A2-B,etc.) (Thompson et al., 1999).

Facilmente aplicável permite analisar a capacidade de sequenciação e procura visual, velocidade motora, funções atencionais e flexibilidade cognitiva do avaliado (Crowe, 1998), sendo que, ao englobar todas estas funções, permite a avaliação da função do seu lobo frontal (Takeda, Notoya, Sunahara, Inoue, 2011), (Kubo et al., 2008). Esta funcionalidade é ativada de forma mais ampla aquando da aplicação da parte B, comparativamente com a parte A, a qual demonstrou ativar maiores e mais complexos processos cognitivos (Sumiko et al, 2007), (Tayoshi et al, 2007). Enquanto ambos os subtestes necessitam de um determinado grau de atenção, de velocidade grafomotora, de capacidade de scanning visual e de sequenciação numérica, o TMT-B tem o acréscimo de necessitar de sequenciação de letras, tracking mental

duplo e alternância (Misdraji & Gass, 2010). Ainda neste termo comparativo, através de imagens obtidas por Ressonância Magnética funcional, a zona frontal do hemisfério esquerdo mostrou-se mais ativa aquando da aplicação da parte B, a qual, concordantemente, se envolve em tarefas motoras, que exigem ações rápidas e variações cognitivas (Graham et al, 2005).

## Capítulo 2

### Metodologia

## **Metodologia**

### **1. Procedimento para a elaboração da prova**

O culminar deste trabalho resulta de uma composição de três fases, desde a elaboração, à aplicação da prova aqui proposta.

Numa primeira fase procedeu-se à sua construção. Modificou-se um cenário pré-existente, representativo de uma cozinha e desenvolveram-se duas cenas. Inicialmente composto por um balcão, um banco, uma mesa, um frigorífico, um forno e um fogão (fig.1), adicionou-se-lhe um armário, uma ordem de ingredientes para um suposto bolo e os ingredientes e desenvolveu-se a programação adequada

As duas cenas distinguem-se maioritariamente pela disposição dos produtos no ambiente virtual. Numa primeira fase os ingredientes foram dispostos no interior do armário, permanecendo o balcão livre (fig.2), enquanto numa segunda fase, foram dispostos sobre o balcão, permanecendo o armário livre, com a adição de placas identificadoras das categorias em que os ingredientes representados se inserem, ao mesmo (fig.3).

Tendo em conta que para a elaboração desta prova se utilizou como referência a prova de papel e lápis Trail Making Test (fig.4), a sua realização assemelha-se à proposta nessa prova. Neste cenário, aos números e letras presentes na prova original, equivale uma série de ingredientes e o seu agrupamento, respetivamente. Assim sendo, na cena 1 do cenário, apresentam-se dezasseis ingredientes a ser utilizados: açúcar, manteiga, leite, ovos, noz-moscada, limão, mel, farinha, canela em pó, cacau em pó, café, nozes, amêndoa, cerejas, passas e bicarbonato de sódio, com o acréscimo de cinco ingredientes, cuja função é a de distractores atencionais. Na cena 2, estão representadas seis categorias, dentro das quais se encaixam os ingredientes anteriormente referidos. São elas: gorduras, líquidos, secos, frutos, especiarias e ovos. Na categoria de gorduras, agrupar-se-á a manteiga, na dos secos: o açúcar, a farinha, o cacau, o café e o bicarbonato de sódio, na dos líquidos, o mel e o leite, na dos frutos: o limão, as nozes, as amêndoas, as cerejas e as passas, na das especiarias: a noz-moscada e a canela e na categoria dos ovos: os ovos.

Para este processo de construção se tornar possível, foi necessária a utilização de três programas computacionais, nomeadamente, o programa de renderização e animação, Blender (Chronister, 2005), o programa de manipulação de imagem, GIMP (The GIMP

Documentation Team, 2001) e o programa de desenvolvimento de jogos em 3D, Unity (Unity: Game Development), com recurso a um computador portátil e um rato para a elaboração e manipulação dos componentes deste cenário. O programa Unity e o mesmo material utilizado para a construção do cenário, foram utilizados na sua aplicação.

## **2. Participantes**

Após concluída a construção e programação do ambiente virtual, procedeu-se para a sua aplicação, a qual decorreu em dois momentos, sendo que foram utilizadas amostras de dois grupos populacionais. Assim, numa primeira aplicação, utilizou-se uma amostra representativa da população portuguesa, composta por 24 elementos, sem qualquer diagnóstico psiquiátrico, em que 10 elementos são do género feminino e 14 do género masculino, com nível de ensino maioritariamente Superior (67%), seguido dos ensinos Secundário (13%) e Básico (13%) e do Ensino Primário (8%) (tabela 1). O valor médio de idades calculado para esta amostra foi de 34,83 (DP=15,57), sendo a idade mais baixa de 19 anos e a idade mais elevada de 63 (tabela 2).

Num segundo momento e última fase, a aplicação foi levada a cabo com o objetivo de se confirmar a eficácia da prova Cozinha Virtual na efetiva deteção de alterações cognitivas, numa amostra populacional com diagnóstico de Síndrome de Dependência Alcoólica, patologia originadora de deterioração cognitiva (Norton & Halay, 2011). Este grupo é composto por 23 pacientes em que 6 são do género feminino e 17 do género masculino com um nível de escolaridade de maior incidência no ensino primário (39,1%), seguida do ensino básico (34,8%) e do ensino secundário (26,1%). (Tabela 3) A idade média desta amostra é de 44,43 anos (DP = 1,26), sendo a idade mais baixa de 29 e a mais elevada de 63. (Tabela 4) A aplicação das provas deu-se pela mesma ordem, com igual registo de dados.

## **3. Medidas**

Antes da aplicação deste ambiente virtual, procedeu-se à execução de duas provas com o intuito de identificar possíveis alterações cognitivas, de forma a uniformizar a amostra, o Mini Mental State Examination e a Bateria de Avaliação Frontal. Paralelamente à prova em Realidade Virtual aplicou-se também a prova de papel e lápis Trail Making Test e para controlar qualquer possível influência de uma prova na seguinte, a sua ordem de aplicação foi alternada a cada 10 pacientes. Aos 10 primeiros pacientes aplicou-se inicialmente a prova em

R.V., seguida da prova em papel, procedendo-se ao processo contrário para os 10 elementos seguintes.

#### **4. Procedimento para a aplicação da prova**

Relativamente à aplicação do ambiente virtual, decorre assim o seu procedimento: Perante a apresentação da primeira cena do cenário é explicado ao avaliado em que consistirá a tarefa. Nomeadamente, na deslocação dos ingredientes, indicados na receita visível à sua esquerda, pela ordem em que estão descritos, do armário onde se encontram para o balcão, posicionado um pouco abaixo. Clarifica-se também, que, ao tentar deslocar um ingrediente que não esteja de acordo com a sequência descrita na receita, ou que não se encontre nela mencionado, este não se movimentará. A mesma explicação, relativamente à ordem correta do exercício deverá ser dada na segunda cena. Nesta, pede-se ao paciente que procure arrastar os produtos, do balcão onde agora se encontram, para o armário onde estavam inicialmente, com o acréscimo da informação de que os produtos devem ser arrastados para a categoria que o avaliado julgue mais indicada e que, caso não sejam deslocados para a categoria correta, não permanecerão no local.

Feito isto, é necessária a existência de um registo dos dados resultantes desta aplicação, pelo que como forma de cotação se desenvolveu a seguinte proposta: Sugere-se o registo do tempo total de prova, acompanhado de um registo de todos os erros de sequenciação realizados, distinguindo-os, na segunda cena do cenário, dos erros na colocação de produto numa categoria incorreta. Sugere-se também que após determinada série de execuções iguais do mesmo erro, seja apontada a existência de perserverância.

## Capítulo 3

### Resultados



## **Análise de Resultados**

Concluído o processo de aplicação deste projeto, torna-se necessária a análise dos dados que dela resultaram. Tendo em conta que as provas MMS e FAB foram utilizadas somente como critério de exclusão, a sua análise será descurada, relevando-se os resultados SDA provas TMT e Cozinha Virtual.

Desta forma e dado que a execução das provas T.M.T. e Cozinha Virtual se pautou por uma aplicação alternada, com o objetivo de avaliar possíveis interações, torna-se relevante analisar estes dados em primeiro lugar. Com este objetivo recorreu-se ao teste estatístico t para Amostras Independentes, cujos resultados não se revelaram significativos, permitindo concluir que a ordem de aplicação das provas não gera diferenças significativas nos resultados da execução da prova seguinte (Tabela 5). Tendo em consideração estes resultados, prosseguiu-se a análise, não considerando a ordem de aplicação como um fator.

Feito isto, recorreu-se novamente ao Teste t para Amostras Independentes para identificar possíveis diferenças de desempenho nas provas aplicadas, entre grupos. Os dados representados remetem para o tempo de execução em segundos e respetivos erros, das provas TMT A e B e Cozinha Virtual 1 e 2 (tabela 6). A execução da prova TMT A,  $t(45) = -2,149$ ,  $p = .37$ , foi significativamente mais longa no grupo com diagnóstico de SDA ( $M=129,83$ ;  $DP=224,81$ ) do que no grupo sem este diagnóstico ( $M= 31,13$ ;  $DP= 10,96$ ), tal como na prova TMT B,  $t(45) = -4,253$ ,  $p=,00$ , em que o tempo de execução foi igualmente superior no grupo com SDA ( $M=83,46$ ;  $DP=72,57$ ) quando comparado com o grupo sem SDA ( $M=391,09$ ;  $DP=346,65$ ). Ao nível de erros da prova TMT B,  $t(45) = -2,574$ ;  $p = ,013$ ., foram cometidos mais vezes pelo grupo com SDA ( $M=221$ ;  $DP=346,65$ ), do que pelo grupo de controlo ( $M=0,79$ ;  $DP=1,29$ ), tendência que se manteve para a prova C.V.1,  $t(45) = -3,760$ ;  $p = ,00$ , em que portadores de SDA ( $M = 3,39$ ;  $DP = 4,19$ ) produziram significativamente mais erros do que o grupo de comparação ( $N = 0,17$ ;  $DP = 0,38$ ), assim como para C.V.2,  $t(45) = -5,222$ ;  $p = ,00$ , em que os erros foram novamente superiores para o grupo SDA ( $M = 7,35$ ;  $DP = 3,82$ ) quando comparados com os não SDA ( $M = 2,25$ ;  $DP = 2,82$ ).

No entanto, tais diferenças podem resultar da influência SDA variáveis independentes presentes nesta análise, cuja distribuição entre grupos não é uniforme, nomeadamente, o género e a escolaridade dos avaliados. Dadas estas conclusões, procurou controlar-se a influência de tais variáveis nos valores das provas aplicadas. Para tal, recorreu-se à prova

estatística MANCOVA com as variáveis SDA, Género e Escolaridade como fatores intersujeitos, controlando a variável idade.

Relativamente ao género, no desempenho da prova TMT A,  $F(1, 33) = 0,364$ ;  $p = 0,550$  e TMT B  $F(1,33) = 1,208$ ;  $p = 0,280$ , os resultados revelam a ausência de efeito no desempenho dos avaliados, assim como para os erros de TMT B,  $F(1,33) = 1,694$ ;  $p = 0,202$ . Para a prova em Realidade Virtual, o mesmo se verifica, tanto para a cena 1  $F(1,33) = 0,015$ ;  $p = 0,904$  como para a cena 2  $F(1,33) = 0,178$ ;  $p = 0,676$ , os resultados indicam ausência de efeito sobre o desempenho, resultado que se mantém para os erros, tanto de C.V.1  $F(1,33) = 1,200$ ;  $p = 0,281$  como de C.V.2  $F(1,33) = 3,272$ ;  $p = 0,080$ .

O mesmo processo foi efetuado para a escolaridade, em que se verificou que na prova TMT A,  $F(3,33) = 0,782$ ;  $p = 0,512$  e na prova TMT B  $F(3,33) = 0,575$ ;  $p = 0,636$ , assim como para os erros de B  $F(3,33) = 0,014$ ;  $p = 0,998$  não há efeito significativo desta variável, com conclusão idêntica para C.V.1  $F(3,33) = 1,218$ ,  $p = 0,319$  e C.V. 2  $F(3,33) = 2,810$ ;  $p = 0,055$ , e respetivos erros, de C.V.1  $F(3,33) = 1,029$ ;  $p = 0,393$  e C.V.2  $F(3,33) = 0,972$ ;  $p = 0,418$ .

Quanto à variável SDA, a sua interação na prova TMT A,  $F(1, 33) = 2,252$ ;  $p = 0,143$  e na prova TMT B  $F(1,33) = 5,018$ ;  $p = 0,032$ , assim como para os erros de B  $F(1,33) = 1,179$ ;  $p = 0,285$  não se revelou significativa. No entanto, para a prova em R.V., cena 1  $F(1,33) = 11,374$ ;  $p = 0,002$ , cena 2 R.V.2  $F(1,33) = 18,602$ ;  $p = 0,00$  e erros associados, C.V.1  $F(1,33) = 4,447$ ;  $p = 0,043$  e c.V.2  $F(1,33) = 14,569$ ;  $p = 0,001$ , o resultado da análise indica uma interação significativa entre a variável a ser analisada e o desempenho nesta prova.

Como última análise efetuou-se uma correlação de Pearson entre grupos, utilizando os resultados das provas aplicadas, Trail Making Test e Cozinha Virtual. Dos dados obtidos, salienta-se uma correlação moderada entre o desempenho da prova em papel TMTB e todos os componentes da prova Cozinha Virtual,  $r(47) = 0,547$ ,  $p < 0,05$ . (Tabela 7)

## Discussão

Após finalizada a análise estatística dos dados resultantes de todo este processo, procedeu-se à sua interpretação. Começou por verificar-se a possibilidade de existência de um efeito de interação entre provas, nomeadamente da prova Trail Making Test sobre a prova Cozinha Virtual, ou o inverso. Efetivamente e de acordo com o que era esperado, a prova Trail Making Test não apresentou efeito de interação significativo sobre o desempenho da prova Cozinha Virtual, facto que também se verificou na aplicação inversa. Dito isto, pode afirmar-se este resultado como revelador de ausência da influência de uma prova sobre a seguinte, o que reforça a individualidade do projeto a ser aqui desenvolvido. Dados estes factos, todo o processo de análise se seguiu ignorando a ordem de aplicação.

De seguida, relativamente àquele que era o primeiro objetivo, de identificar possíveis diferenças entre grupos quanto ao desempenho nas provas Trail Making Test e Cozinha Virtual, veio a confirmar-se a hipótese pela análise dos resultados. Tal como esperado, valores de execução significativamente inferiores foram obtidos por parte da amostra populacional diagnosticada com Síndrome de Dependência Alcoólica, quando comparados com a amostra de controlo. Crê-se que, possivelmente, este fator se poderá dever ao défice cognitivo geralmente inerente a esta população (Norton & Halay, 2011). Dito isto, tais resultados levaram à presunção de que esta diferença de valores indica uma efetiva sensibilidade da prova Cozinha Virtual à deterioração cognitiva daí resultante, efeito que já foi outrora estudado e registado, inclusive pela prova Trail Making Test (O’Leary, Radford., Chaney & Schau, 1977), (Noel et al., 2012). No entanto, uma dispersão elevada de valores nalgumas variáveis, nomeadamente no género, escolaridade e diagnóstico de Síndrome de Dependência Alcoólica, poderia ter sido geradora de alguma influência sobre o desempenho nestas provas e consequente avaliação. Assim, de forma a garantir que os resultados foram somente refletores da síndrome caracterizadora da amostra a ser estudada, houve necessidade de as controlar. Para tal levou-se a cabo um processo de análise à força de influência destas categorias sobre a execução da prova, ação que culminou com um resultado direcionado no sentido esperado. Revelou-se a ausência de interação do género, escolaridade ou idade com os resultados da prova Cozinha Virtual, salientando, como esperado, um efeito da variável SDA sobre esta. Isto permite-nos associar de forma efetiva, a existência de diferenças de desempenho à presença de diagnóstico de Síndrome de Dependência Alcoólica.

O segundo objetivo deste projeto de, dentro de uma possível deterioração cognitiva, tornar esta prova sensível a capacidades específicas, nomeadamente ao nível flexibilidade cognitiva, da capacidade de sequenciação e procura visual, da velocidade motora e de funções atencionais, viu-se igualmente atingido. A existência de uma correlação significativa entre todos os componentes da prova em Realidade Virtual e a parte B da prova em papel pode levar-nos a supor que, dada a já verificada sensibilidade da prova Trail Making Test, nomeadamente a parte B, à diminuição de tais capacidades, se confirma a efetiva sensibilidade da prova Cozinha Virtual na avaliação das mesmas (Ashendorf et al., 2008).

## Conclusão

Ao desenvolver este trabalho, procurou criar-se uma ferramenta que pudesse trazer à neuropsicologia a possibilidade de levar a cabo um processo avaliativo mais adaptado ao real, colmatando as falhas que tradicionais provas em papel aparentam acarretar, essencialmente em termos de validade ecológica (Higginson et al, 2000). Com recurso às possibilidades que a contemporaneidade nos oferece, procurou desenvolver-se uma opção às tarefas de papel e lápis, viável e válida, para situações de avaliação a processos cognitivos. Seguindo a abordagem avaliativa que lentamente se tem vindo a desenvolver com recurso a Realidade Virtual (Gregg & Tarrier, 2007), procurou alcançar-se a eficácia que demais ambientes virtuais já provaram apresentar (Morganti, 2007), (Parsons & Rizzo, 2008). Assim e como resultado desta intenção, desenvolveu-se a prova Cozinha Virtual que, solicitando do paciente uma tarefa simples e rotineira, tem como objetivo primordial ser sensível a possíveis deteriorações cognitivas de que este possa ser portador. A evidência desta deterioração pode ou não verificar-se, através da avaliação de alterações comportamentais que dela resultem, visíveis aquando da realização da tarefa virtual. Findo o processo de elaboração e posterior aplicação da prova, este objetivo viu-se efetivamente atingido.

No entanto, apesar dos resultados pertinentes e deveras animadores resultantes deste projeto, algumas limitações não podem deixar de ser apontadas. Nomeadamente, aquando da aplicação da prova, foram detetados alguns percalços em termos de programação que embora facilmente ultrapassáveis idealmente não existiriam, tornando mais fluída a sua execução. Relativamente à dispersão pouco uniforme da população, poderia também ser um fator influenciador de resultados, dado que ao nível das características, escolaridade, idade e género, registou-se uma elevada ausência de homogeneidade entre grupos. Em relação ao número de sujeitos das amostras, desejar-se-ia maior e mais representativo, quer da população sem diagnóstico de SDA, como da população com diagnóstico deste Síndrome, dado que o número de elementos que compuseram os grupos foi deveras reduzido.

Na possibilidade de vir a ser desenvolvida uma investigação futura, sugere-se a continuação do estudo, com os mesmos objetivos e paradigmas, mas com recurso a amostras maiores e mais representativas. Seria também importante controlar a sua homogeneidade, nomeadamente ao nível das variáveis idade, género e escolaridade, procurando registar características idênticas em ambos os grupos. Sugere-se igualmente um aprofundamento das

capacidades avaliativas desta prova e procurar perceber melhor o que pode significar a forte correlação entre prova virtual e TMT B.

## Referências Bibliográficas

Adams K., Gilman S., Greene D., Koeppe R., Junck L., Klui K., Martorello S., Johnson M., Heumann M. & Hill E. (1998). The Significance of Family History Status in Relation to Neuropsychological Test Performance and Cerebral Glucose Metabolism Studied with Positron Emission Tomography in Older Alcoholic Patients. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, 22 (1)

Adeodato, G., Carvalho, R., Siqueira, R., & Souza, M. (2005). Qualidade de vida e depressão em mulheres vítimas de seus parceiros. *Revista de Saúde Pública*, 39 (1): 108-113

Almeida M., Pasa G. & Scheffer M. (2009). Álcool e violência em homens e mulheres. *Psicologia Reflexão e Crítica*. 22 (2): 252-60

American Psychiatric Association. (2006). *DSM-IV-TR: Manual de Diagnóstico e Estatística das Perturbações Mentais*. Climepsi, Lisboa

Ashendorf L., Jefferson A., O'Connor M., Chaisson C., Green R. & Stern R. (2008). Trail Making Test errors in normal aging, mild cognitive impairment, and dementia. *Archives of Clinical Neuropsychology* 23: 129–137

Baird A., Dewar B., Critchley H., Gilbert S., Dolan R & Cipolotti L. (2005). Cognitive functioning after medial frontal lobe damage including the anterior cingulate cortex: A preliminary investigation. *Brain and Cognition*, 60: 166–175

Baldo J. & Shimamura A. (2002). *Handbook of Memory Disorders* (2nd Edition). John Wiley & Co.: London.

Beaumont J. (2008). Introduction to Neuropsychology (2<sup>nd</sup> Edition). The Guilford Press. New York

Bencherif B., Wand G., McCaul M., Kim Y., Ilgin N., Dannals R. & Frost J. (2004). Mu-opioid recetor binding measured by [<sup>11</sup>C]carfentanil positron emission tomography is related to craving and mood in alcohol dependence. *Biological Psychiatry*; 55(3): 255-62

Berman M. & Marinkovic K. (2003) Alcoholism and the Brain: An Overview. *Alcohol Research & Health*, 27 (2)

Bernstein D., Penner L., Stewart A. & Joy E. (2011). Psychology, 9<sup>th</sup> Edition. Cengage Brain. United States

Brizer D. & Castaneda R. (2010). Clinical Addiction Psychiatry. Cambridge University Press. United Kingdom

Burdea G. & Coiffet P. (2003). Virtual Reality Technology, 2<sup>nd</sup> edition. John, Wiley and Sons, Inc. New Jersey

Charness M. & So Y. (2009). Wernicke's encephalopathy. [www.uptodate.com](http://www.uptodate.com). Acedido a 18 de novembro de 2012

Chaytor, N. & Schmitter-Edgecombe, M. (2003). The ecological validity of neuropsychological tests: A review of the literature on everyday cognitive skills. *Neuropsychology Review*, 13(4), 181-197

Craig A., Sherman W. & Will J. (2009). Developing Virtual Reality Applications – Foundations of Effective Design. Morgan Kaufmann Publishers. Massachusets

Crews F. & Boettiger C. (2009). Impulsivity, frontal lobes and risk for addiction *Pharmacology, Biochemistry and Behavior*, 93, 237–247



Crowe S. (1998). The Differential Contribution of Mental Tracking, Cognitive Flexibility, Visual Search, and Motor Speed to Performance on Parts A and B of the Trail Making Test. *Journal of Clinical Psychology*, 54(5), 585–91

Dammann F., Bode A., Schwaderer E., Schaich M., Heuschmid M. & Maassen M. (2001). Computer-aided surgical planning for implantation of hearing aids based on CT data in a VR environment. *Radiographics*, 21(1):183-91.

D'Amato R. & Hartlage L. (2008). *Essentials of Neuropsychological Assessment: Treatment Planning for Rehabilitation*. 2<sup>nd</sup> edition. Springer Publishing Company, N.Y. Derouesné C. & Bakchine S. (2000). Syndrome frontal. *Encyclopédie Médico-Chirurgicale, Neurologie*, 17-035-B10

Difede D. & Hoffman H. (2002). Virtual Reality Exposure Therapy for World Trade Center Post-traumatic Stress Disorder: A Case Report. *Cyberpsychology & Behavior*. Vol. 5(6)

Erel E., Aiyenibe B. & Butler P. (2003). Microsurgery simulators in virtual reality: Review. *Microsurgery*. 23 (2): 147-152

Esther L. Misdraji & Carlton S. Gass (2010). The Trail Making Test and its neurobehavioral components, *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 32:2, 159-163

Fachel, G. & Camey, S. (2000). *Avaliação Psicométrica: A qualidade das medidas e o entendimento dos dados*. Porto Alegre: Artmed

Falangola MF. & Queiroz C. Necrose primária do corpo caloso (doença de Marchiafava-Bignami): relato de cinco casos. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria (online)*, 50 (4): 507-512

Finn D. & Crabbe C. (1997). Exploring Alcohol Withdrawal Syndrome. *Alcohol Health & Research World*, 21 (2): 149-56

Fox J., Arena D. & Bailenson J. (2009) Virtual Reality: A Survival Guide for the Social Scientist. *Journal of Media Psychology*, Vol. 21(3):95–113

Gil G., Busse A. (2009). Neuropsychological assessment and diagnosis of dementia, mild cognitive impairment and complaint of age-related memory. *Arquivos Médicos dos Hospitais e da Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo*, 54 (2): 44-50

Gor M., McCloy R., Stone R. & Smith A. (2003). Virtual reality laparoscopic simulator for assessment in gynaecology. *BJOG*, 110 (2): 181-7

Gorske T. & Smith E. (2009). Collaborative Therapeutic Neuropsychological Assessment. Springer Science + Business Media, LLC. New York

Guimarães I., Ciasca S. & Moura Ribeiro M. (2007). Cerebrovascular Disease in Childhood: Neuropsychological investigation of 14 cases. *Arquivos de Neuropsiquiatria*, 65 (1):41-47

Guimarães J. & Silveira F. (2008). Abordagem diagnóstica das Neuropatias Periféricas. *Ata Médica Portuguesa*, 21: 83-88

Gonçalves L. & Melo S. (2009). A Base Biológica Da Atenção. *Arquivo de Ciências da Saúde Unipar*, 13 (1): 67-71

Gregg L. & Tarrier N. (2007) Virtual reality in mental health: A review of the literature. *Social Psychiatry Psychiatric Epidemiology* 42:343–354

Hebben N. & Milberg W. (2009). Essentials of Neuropsychological Assessment, 2<sup>nd</sup> edition. John Wiley & Sons Inc. New Jersey

Heeter, C. (1992). Being there: The subjective experience of presence. *Presence*, 1:262–271

Heinz A., Beck A., Lindenberg A., Sterzer P. & Heinz A. (2011). Cognitive and neurobiological mechanisms of alcohol-related aggression. *Nature Reviews Neuroscience*, 13 (12): 400-413

Heinz A., Reimold M., Wrase J., Hermann D., Croissant B., Mundle G., Dohmen B., Braus D., Schumann G., Machulla H., Bares R. & Mann K. (2005). Correlation of Stable Elevations in Striatal  $\mu$ -Opioid Receptor Availability in Detoxified Alcoholic Patients With Alcohol Craving: A Positron Emission Tomography Study Using Carbon 11-Labeled Carfentanil. *Archives of General Psychiatry*; 62 (1): 57-64

Higginson C., Arnett P. & Voss W. (2000). The Ecological Validity of Clinical Tests of Memory and Attention in Multiple Sclerosis. *Archives of Clinical Neuropsychology*, Vol. 15 (3): 185–204

Instituto Nacional de Estatística. (2011). Estatísticas dos Transportes 2010. Instituto Nacional de Estatística

Institute of Alcohol Studies [IAS]. (2010). Drinking and Driving: IAS Fact Sheet. <http://www.ias.org.uk>. Acedido a 28 de novembro de 2012

Jacobson J. (2008). Ancient architecture in Virtual Reality: does immersion really aid learning? Dissertação apresentada ao Departamento de Filosofia da universidade de Pittsburgh para obtenção do grau de Doutor.

James C. (2005). Blender Basics: Classroom Tutorial Book. Retirado em 21 de janeiro, 2012, de [http://www.statikonline.com/Blender/Blender\\_Basics-Part1.pdf](http://www.statikonline.com/Blender/Blender_Basics-Part1.pdf)

Jenkins J. (2000). Atlas of Neuroradiologic Embryology, Anatomy and Variants. Lippincot Williams and Wilkins. Philadelphia

Krystal H., Staley J., Mason G., Petrakis L., Kaufman J., Harris A., Gelernter J. & Lappalainen J. (2006) Gamma-aminobutyric acid type A receptors and alcoholism: intoxication, dependence, vulnerability, and treatment. *Archives of General Psychiatry*; 63(9): 957-68

Kubo M., Shoshi C., Kitawaki T., Takemoto R., Kinugasa K., Yoshida H., Honda C., Okamoto M. (2008). Increase in Prefrontal Cortex Blood Flow during the Computer Version Trail Making Test. *Neuropsychobiology*, 58:200-210

Kelly J. & Renner J. (2008). Alcohol-Related Disorders. *Massachusetts General Hospital Comprehensive Clinical Psychiatry*, 1st ed. 337 – 54

Lambert K. & Kinsley C. (2006). *Neurociência clínica: as bases neurobiológicas da saúde*. Porto Alegre: Artmed

LaViola J. (2000). A Discussion of Cybersickness in Virtual Environments. *SIGCHI Bulletin*. 32 (1)

Lee A. (2005). *Flight Simulation: Virtual Environments in Aviation*. Ashgate Publishing. Great Britain

Lezak M., Howieson D. & Loring, D. (2004). *Neuropsychological assessment*. (4th ed.). Oxford University Press. New York

Lino T. (2006). Alcoolismo – Da Causa à Doença. [www. Psicologia.com.pt](http://www.Psicologia.com.pt). Acedido a 4 de dezembro de 2012

Lombard, M., & Ditton, T. (1997). At the heart of it all: The concept of presence. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 3 (2)

Maciel C. & Côrrea F. (2004). Complicações psiquiátricas do uso crônico do álcool: Síndrome de abstinência e outras doenças psiquiátricas. *Revista Brasileira de Psiquiatria*, 26 (1)

Moselhy, H.; Georgiou, G. & Kahn, A. (2001) Frontal lobe changes in alcoholism: A review of the literature. *Alcohol and Alcoholism* 36:357–368

Marcinčin J. (2009). Hardware Devices Used In Virtual Reality Technologies. *SCIENTIFIC BULLETIN, Serie C, Volume XXIV, Fascicle: Mechanics, Tribology, Machine Manufacturing Technology*. Slovak Republic

Marcotte T. & Grant I. (2010). *Neuropsychology of everyday Functioning*. The Guilford Press. New York

Martinez D., Kim J. & Dargham A. (2007). Imaging the Neurochemistry of Alcohol and Substance Abuse. *Neuroimag Clinics of North America*, 17: 539–555

Mattos P., Saboya E. & Araújo C. (2002). Sequela Comportamental Pós-Traumatismo Craniano: O homem que perdeu o charme. *Arquivo de Neuropsiquiatria*, 60(2-A): 319-323

Miller B. & Cumming J. (2007) *The Human Frontal Lobes: Functions And Disorders*. The Guilford Press. New York

Mazuryk M. & Gervautz M. (1996). *Virtual Reality: History, Applications, Technology and Future*. Institute of Computer Graphics, Vienna University of Technology

Misdráji E. & Gass C. (2010). The Trail Making Test and its neurobehavioral components, *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 32:2, 159-163

Mitrushina M., Boone K., Razani J. & D’Elia L. (2005). *Handbook of Normative Data for Neuropsychological Assessment*, 2<sup>nd</sup> Edition. Oxford University Press Inc. New York

Morganti F., Gaggioli A., Strambi L., Rusconi M. & Riva G. (2007). A virtual reality extended neuropsychological Assessment for topographical disorientation: a feasibility study. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 4:26

Mullen T. (2011). *Prototyping Augmented Reality*. John Wiley and Sons. Indiana

Nieuwenhuys R. & Voogd J. (2008). The Human Central Nervous System. 4<sup>th</sup> Edition. Springer- Verlag Berlin Heidelberg. New York

Noel X., Linden M., Brevers D., Campanella S., Hanak C., Kornreich C. & Verbanck P. (2012) The contribution of executive functions deficits to impaired episodic memory in individuals with alcoholism. *Psychiatry Research*, 198 (1): 116-22

Norton F. Halay L. (2011). Cognitive Brain Deficits Associated with Alcohol Abuse: Treatment implications. *The American Association of Behavioral and Social Sciences Journal*, Vol. 15

O'Leary M., Radford L., Chaney E. & Schau E. (1977). Assessment of Cognitive Recovery in Alcoholics by use of the Trail-Making Test. *Journal of Clinical Psychology*. 33 (2): 579 - 82

Onyesolu M. & Eze F. (2011). Understanding Virtual Reality Technology: Advances and Applications, *Advances in Computer Science and Engineering*. In Tech. Shangai

Organização Nacional do Trabalho. (2008). Problemas Relacionados ao álcool e a Drogas no local de trabalho: Uma evolução para a prevenção. Bureau Internacional do Trabalho. Genebra

Parsons T. (2011). Neuropsychological Assessment Using Virtual Environments: Enhanced Assessment Technology for Improved Ecological Validity. S. Brahnam & L.C. Jain (Eds.): *Journal of Advanced Computacional Intelligence. Paradigms in Healthcare*, 6, SCI 337, pp. 271–289.

Parsons T. & Rizzo A. (2008). Neuropsychological assessment using the virtual reality cognitive performance assessment test. *Proc. 7th ICDVRAT with ArtAbilitation*, Maia, Portugal

Pinho P., Pinto A. & Monteiro V. (2006). Síndrome Fetal-Alcoólico: A perspectiva do Psicólogo. *Psicologia, Saúde & Doenças*, 7 (2), 271-285

- Prescott C., Hewitt J., Heath A., Truett K., Neale M. & Eaves L (1994) Environmental and Genetic Influences on Alcohol use in a Volunteer sample of Older Twins. *Journal on Studies of Alcohol*, 55 (1): 18-33
- Remor, E. (2000). Tratamento psicológico do medo de viajar de avião, a partir do Modelo Cognitivo: Caso Clínico. *Psicologia: Reflexão e Crítica*. Porto Alegre
- Reese H. & Franzen M. (1997). *Neuropsychological Mechanisms: Life Span Developmental Psychology*. Lawrence Elrbaum Associates, Inc. New Jersey
- Renner J. & Ward E. (2008). Drug Adiction. *Massachusetts General Hospital Comprehensive Clinical Psychiatry*, 1st ed. 355- 69
- Riva G. (1997). *Virtual reality in neuro-psycho-physiology: cognitive, clinical and methodological issues in assessment and rehabilitation*. Editora: IOS Press. Holanda
- Riva, G. & Galimberti C. (2001). *Towards Cyberpsychology: Mind, Cognition na Society in the Internet Age*. IOS Press. Amsterdam
- Rizzo A., Bowerly T., Buckwalter J. Klimchuk D., Mitura R. & Parsons T. (2006). A Virtual Reality Scenario for All Seasons: The Virtual Classroom. *CNS Spectrums*. 11 (1)
- Rodríguez J., Albuquerque J. & Arenas A. (1999). Estudio de un caso de síndrome frontal. *Anales de psicologia*; 15 (2): 291-301
- Rosa A., Demiati M., Cartz L. & Mizon J. (1991). Marchiafava-Bignami Disease, Syndrome of Interhemispheric Disconnection, and Right-handed Agraphia in a Left-hander. *Archives of Neurology*, 48 (9): 986-988
- Rose F., Attree E. & Brooks B. (1998) *Virtual Environments in Neuropsychological Assessment and Rehabilitation*. *Virtual Reality in Neuro-Psycho-Physiology*, 1997, 1998
- Salmon D. & Bondi M. (2009). Neuropsychological Assessment of Dementia. *Annual Review of Psychology*, 60:257-282

Sharar S. (2006). Virtual Reality Distraction Analgesia. Harborview Medical Center/University of Washington School of Medicine. Seattle, WA

Sereniki A. & Vital M. (2008). A doença de Alzheimer: aspetos fisiopatológicos e farmacológicos. *Revista de Psiquiatria do Rio Grande do Sul*. Curitiba. 30 (1 Supl)

Sherman W. & Craig A. (2003). *Understanding Virtual Reality: Interface, Application and Design*. Elsevier Science. San Francisco

Shklyar D. (2004). 3D Hendering Hist. CG Networks. <http://www.cgsociety.org>. Acedido a 7 de dezembro de 2012

Spooner, D. & Pachana N. (2006). Ecological validity in neuropsychological assessment: A case for greater consideration in research with neurologically intact populations. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 21: 327–337

Steuer J. (1992). Defining Virtual Reality: Dimensions Determining Telepresence. *Journal of Communication*, 42(4): 73-93

Stuss D. & Levine B. (2002). Adult Clinical Neuropsychology: Lessons from Studies of the Frontal Lobes *Annual Review of Psychology*, 53:401–33

Takeda C., Notoya M., Sunahara N., Inoue K. (2011). Identification of three factors influencing Trail Making Test Performance Using Multichannel Near-Infrared Spectroscopy. *Tohoku Journal of Experimental Medicine*, 223, pp. 103-112

Tayoshi S., Sumitani S., Kikuchi K., Tanaka T., Tayoshi S., Ueno S. & Ohmori T. (2007) “Activation of the prefrontal cortex during the Trail-Making Test detected with multichannel near-infrared spectroscopy”. *Psychiatry and Clinical Neurosciences*, 61, 616–621

The GIMP Documentation Team (2001). *GIMP User Manual*. <http://www.vislab.uq.edu.au/users/manuals/gimp/gimp2.2.pdf>. Acedido a 21 de janeiro de 2012



Thomson A., Ryle P. & Shaw G. (1983) Ethanol, Tiamine and Brain Damage. *Alcohol and Alcoholism*; 18(1): 27-43

Thompson M., Scott J., Dickson S., Schoenfeld J., Ruwe W. & Adams R. (1999). Clinical Utility of the Trail Making Test Practice Time. *The Clinical Neuropsychologist*, Vol.13, No.4, pp-450-5

Unity: Game Development. <http://unity3d.com/unity/>. Acedido a 21 de janeiro de 2012

Vazzana R., Stefania Bandinelli S., Lauretani F., Volpato S., Lauretani F., Di Iorio A., Abate M., Corsi A., Milanesechi Y., Guralnik J. & Ferrucci L.(2010). Trail Making Test Predicts Physical Impairment and Mortality in Older Persons. *The American Geriatrics Society. JAGS* 58:719–23

Victor M., Adams R. & Mancall E. (1959). A Restricted Form of Cerebellar Cortical Degeneration Occurring in Alcoholic Patients. *Archives of Neurology*, 1 (6): 579-688

Victor M., Adams D. & Collins A. (1989). The Wernicke-Korsakoff syndrome and related disorders due to alcoholism and malnutrition, 2<sup>nd</sup> edition. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 52 (10): 1217–1218

Volkow N. & Li K. (2005). The Neuroscience of addiction. *Nature Neuroscience*, 8 (11): 1429 - 30

Woicik P., Moeller S., Klein N., Maloney T., Lukasik T., Yeliosof O., Wang G., Volkow N. & Goldstein R. (2008). Neuropsychology of Cocaine Addiction: Recent Cocaine Use Masks Impairment. *Neuropsychopharmacology*, I-II

Wise a. & Rompre P. (1989). Brain Dopamine and Reward. *Annual Review Psychology*, 40: 191-225

Xia J., Samman N., Yeung W., Shen G., Wang D. Ip H. & Tideman H. (2000). Three-dimensional virtual reality surgical planning and simulation workbench for orthognathic surgery. *The International journal of adult Orthodontics and Orthognathic Surgery*, 15(4):265-82

Yeliosof O., Wang G., Volkow N. & Goldstein R. (2008). Neuropsychology of Cocaine Addiction: Recent Cocaine Use Masks Impairment. *Neuropsychopharmacology*, I-II

Zakzanis K., Mraz R, Graham S. (2005). An fMRI study of the Trail Making Test. *Neuropsychologia*, 43: 1878–86

Zubaran C., Fernandes J., Martins F., Souza J., Machado R. e Cadore M. (1996). Aspectos clínicos e neuropatológicos da síndrome de Wernicke-Korsakoff: Clinical and neurophatological aspects of Wernicke-Korsakoff syndrome. *Revista de Saúde Pública*, 30 (6): 602-8

Zyda M. (2005). From Visual Simulation to Virtual Reality to Games. *IEEE Computer Science*. 25-32

## Apêndices

**Apêndice I**

Tabela 1. Influência da ordem de aplicação das provas TMT e Cozinha Virtual

		R.V./Papel		Papel/R.V.		
		<b>M</b>	<b>DP</b>	<b>M</b>	<b>DP</b>	<b>t</b>
<b>TMT A</b>						
Não SDA	30	10.278		32.25	11.948	.495
SDA	178	308.625		77.27	24.299	1.077
<b>TMT B</b>						
Não SDA	76,92	42.348		90	95.516	.434
SDA	378.92	382.642		404.36	320.834	.172
<b>Erros TMT B</b>						
Não SDA	.92	1.564		.67	.985	.469
SDA	253.58	449.511		185.45	402.238	.382
<b>R.V.1</b>						
Não SDA	161.17	44.352		175.92	68.815	.624
SDA	321.33	109.947		419.45	224.204	1.351
<b>Erros R.V.1</b>						
Não SDA	.08	.289		.25	.452	1.076
SDA	2.25	2.221		4.64	5.464	1.395
<b>R.V.2</b>						
Não SDA	172.17	56.844		189.83	69.122	.684
SDA	409.33	132.245		476.82	233.239	.863
<b>Erros R.V.2</b>						
Não SDA	1.42	1.505		3.08	3.579	1.487
SDA	7.92	4.166		6.73	3.495	.738

## Apêndice II

Tabela 2. Características Sócio Demográficas dos elementos sem diagnóstico SDA

		N	%
Género	Masculino	10	41.7
	Feminino	14	58.3
Escolaridade	Ens. Primário	2	8.3
	Ens. Básico	3	12.5
	Ens. Secund	3	12.5
	Ens. Superior	16	66.7

Tabela 3. Idade dos elementos sem diagnóstico de SDA

	M	DP
Idade	34.83	15.57

### Apêndice III

Tabela 4. Características Sócio Demográficas de elementos com SDA

		N	%
Género	Masculino	17	73.9
	Feminino	6	26.1
Escolaridade	Ens. Primário	9	39.1
	Ens. Básico	8	34.8
	Ens. Secund	6	26.1

Tabela 5. Idade dos elementos com SDA

	M	DP
Idade	44.43	1.26

**Apêndice IV**

Tabela 6. Comparação dos resultados das Provas aplicadas

	SDA		Sem SDA		
	N = 23		N = 24		
	M	DP	M	DP	t
TMT A	129.83	224.81	31.13	10.96	2.149
TMT B	391,09	346.65	83.46	72.57	4.253
Erros TMT B	221	419.27	0.79	1.29	2.574
R.V.1	368.26	177.21	168.54	57.12	5.246
Erros R.V. 1	3.39	4.19	0.17	0.38	3.760
R.V. 2	441.61	186.17	181	62.55	6.489
Erros R.V. 2	7.35	3.82	2.25	2.82	5.222

**Apêndice V**

Tabela 7. Correlação entre as provas TMT e Cozinha Virtual.

	TMT A	TMT B	Erros	R.V. 1	Erros	R.V. 2	Erros
			TMT B		R.V.1		R.V. 2
TMT A		0.460**	0.444**	0.175	0.79	0.121	0.68
TMT B		—	0.921**	0.563**	0.591**	0.547**	0.530**
Erros TMT B			—	0.382**	0.594**	0.368*	0.524**
R.V. 1				—	0.620**	0.926**	0.435**
Erros R.V.1					—	0.591**	0.597**
R.V. 2						—	0.504**
Erros R.V. 2							—



## Apêndice VI

Fig. 1.

### Drag Object:

```
#pragma strict

var hit : RaycastHit;

private var mouseWorldPosition : Vetor3;

var lista : String[];

var counter : int = 0;

var inUse : boolean = false;

var errorSound : AudioClip;

function Update() {

    mouseWorldPosition = Camera.main.ScreenToWorldPoint(Input.mousePosition);

    if(!inUse) {

        if(Input.GetMouseButtonDown(0)) {

            var ray = Camera.main.ScreenPointToRay (Input.mousePosition);

            if(Physics.Raycast(ray, hit, 100)) {
```

```
        if(hit.transform.gameObject.name == lista[counter]) {  
  
            inUse = true;  
  
        }  
        else  
            audio.PlayOneShot(errorSound);  
    }  
}  
}  
else {  
  
    DragObject();  
  
    if(Input.GetMouseButtonUp(0))  
        inUse = false;  
    }  
}
```

```
function DragObject() {  
  
    var mousePos = Input.mousePosition;  
  
    mousePos.z = Camera.main.nearClipPlane;  
  
    var point = Camera.main.ScreenToWorldPoint(mousePos);  
  
    hit.transform.position = Vetor3(35, point.y, point.z);  
}
```

```
function OnGUI() {
```

```
        if(GUI.Button(Rect(25, 25, 64, 32), "Menu"))

            Application.LoadLevel("menu");

    if(counter > 15) {

        if(GUI.Button(Rect(94, 25, 64, 32), "Repetir"))

            Application.LoadLevel("scene1");

    }

}
```

### **DragRigidbodyShadow.js**

```
var spring = 50.0;

var damper = 5.0;

var drag = 10.0;

var angularDrag = 5.0;

var distance = 0;

var pushForce = 0.2;

var attachToCenterOfMass = false;

var highlightMaterial : Material;

private var highlightObject : GameObject;

private var springJoint : SpringJoint;

function Update()

{

    var mainCamera = FindCamera();
```

```
//If already exists an highlighted object

highlightObject = null;

if( springJoint != null && springJoint.connectedBody != null )

{

    highlightObject = springJoint.connectedBody.gameObject;

}

else

{

    // We need to actually hit an object

    var hitt : RaycastHit;

    if( Physics.Raycast(mainCamera.ScreenPointToRay(Input.mousePosition), hitt, 100 ) ) {

        if( hitt.rigidbody && !hitt.rigidbody.isKinematic ) {

            highlightObject = hitt.rigidbody.gameObject;

        }

    }

}


// Make sure the user pressed the mouse down

if (!Input.GetMouseButtonDown (0))

    return;


// We need to actually hit an object

var hit : RaycastHit;

if (!Physics.Raycast(mainCamera.ScreenPointToRay(Input.mousePosition), hit, 100)) {

    return;

}

// We need to hit a rigidbody that is not kinematic

if (!hit.rigidbody || hit.rigidbody.isKinematic) {
```

```
        return;
    }

    if (!springJoint)
    {
        var go = new GameObject("Rigidbody dragger");
        body = go.AddComponent("Rigidbody");
        springJoint = go.AddComponent("SpringJoint");
        body.isKinematic = true;
    }

    springJoint.transform.position = hit.point;
    if (attachToCenterOfMass)
    {
        var anchor = transform.TransformDirection(hit.rigidbody.centerOfMass) +
hit.rigidbody.transform.position;
        anchor = springJoint.transform.InverseTransformPoint(anchor);
        springJoint.anchor = anchor;
    }
    else
    {
        springJoint.anchor = Vetor3.zero;
    }

    springJoint.spring = spring;
    springJoint.damper = damper;
    springJoint.maxDistance = distance;
    springJoint.connectedBody = hit.rigidbody;

    DragObject(hit.distance, hit.point, mainCamera.ScreenPointToRay(Input.mousePosition).direction);
```

```
}

function DragObject (distance : float, hitpoint : Vetor3, dir : Vetor3)
{
    var startTime = Time.time;

    var mousePos = Input.mousePosition;

    var oldDrag = springJoint.connectedBody.drag;
    var oldAngularDrag = springJoint.connectedBody.angularDrag;
    springJoint.connectedBody.drag = drag;
    springJoint.connectedBody.angularDrag = angularDrag;

    var mainCamera = FindCamera();

    while (Input.GetMouseButton (0))
    {
        var ray = mainCamera.ScreenPointToRay (Input.mousePosition);
        springJoint.transform.position = ray.GetPoint(distance);
        yield;
    }

    if (Mathf.Abs(mousePos.x - Input.mousePosition.x) <= 2 && Mathf.Abs(mousePos.y -
Input.mousePosition.y) <= 2 && Time.time - startTime < .2 && springJoint.connectedBody)
    {
        dir.y = 0;
        dir.Normalize();
        springJoint.connectedBody.AddForceAtPosition(dir * pushForce, hitpoint,
ForceMode.VelocityChange);
        ToggleLight( springJoint.connectedBody.gameObject );
    }

    if (springJoint.connectedBody)
```

```
{  
  
    springJoint.connectedBody.drag = oldDrag;  
  
    springJoint.connectedBody.angularDrag = oldAngularDrag;  
  
    springJoint.connectedBody = null;  
  
}  
  
}  
  
static function ToggleLight( go : GameObject )  
  
{  
  
    var theLight : Light = go.GetComponentInChildren(Light);  
  
    if( !theLight )  
  
        return;  
  
  
    theLight.enabled = !theLight.enabled;  
  
    var illumOn = theLight.enabled;  
  
    var renderers = go.GetComponentsInChildren(MeshRenderer);  
  
    for( var r : MeshRenderer in renderers )  
  
    {  
  
        if( r.gameObject.layer == 1 )  
  
        {  
  
            r.material.shader = Shader.Find(illumOn ? "Self-Illumin/Diffuse" : "Diffuse");  
  
        }  
  
    }  
  
}  
  
  
function FindCamera ()  
  
{  
  
    if (camera)  
  
        return camera;  
  
    else
```

```
        return Camera.main;
    }

    function OnPostRender()
    {
        if( highlightObject == null )
            return;

        var go = highlightObject;
        highlightMaterial.SetPass( 0 );
        var meshes = go.GetComponentsInChildren(MeshFilter);
        for( var m : MeshFilter in meshes )
        {
            Graphics.DrawMeshNow( m.sharedMesh, m.transform.position, m.transform.rotation );
        }
    }
```

### **menuGUI.js**

```
ar spring = 50.0;
var damper = 5.0;
var drag = 10.0;
var angularDrag = 5.0;
var distance = 0;
var pushForce = 0.2;
var attachToCenterOfMass = false;

var highlightMaterial : Material;
private var highlightObject : GameObject;

private var springJoint : SpringJoint;
```



```
function Update()
{
    var mainCamera = FindCamera();

    //If already exists an highlighted object
    highlightObject = null;
    if( springJoint != null && springJoint.connectedBody != null )
    {
        highlightObject = springJoint.connectedBody.gameObject;
    }
    else
    {
        // We need to actually hit an object
        var hitt : RaycastHit;
        if( Physics.Raycast(mainCamera.ScreenPointToRay(Input.mousePosition), hitt, 100 ) ) {
            if( hitt.rigidbody && !hitt.rigidbody.isKinematic ) {
                highlightObject = hitt.rigidbody.gameObject;
            }
        }
    }

    // Make sure the user pressed the mouse down
    if (!Input.GetMouseButtonDown (0))
        return;

    // We need to actually hit an object
```

```
var hit : RaycastHit;

if (!Physics.Raycast(mainCamera.ScreenPointToRay(Input.mousePosition), hit, 100)) {

    return;

}

// We need to hit a rigidbody that is not kinematic
if (!hit.rigidbody || hit.rigidbody.isKinematic) {

    return;

}

if (!springJoint)

{

    var go = new GameObject("Rigidbody dragger");

    body = go.AddComponent ("Rigidbody");

    springJoint = go.AddComponent ("SpringJoint");

    body.isKinematic = true;

}

springJoint.transform.position = hit.point;

if (attachToCenterOfMass)

{

    var anchor = transform.TransformDirection(hit.rigidbody.centerOfMass) +
hit.rigidbody.transform.position;

    anchor = springJoint.transform.InverseTransformPoint(anchor);

    springJoint.anchor = anchor;

}

else

{

    springJoint.anchor = Vetor3.zero;

}
```

```
springJoint.spring = spring;

springJoint.damper = damper;

springJoint.maxDistance = distance;

springJoint.connectedBody = hit.rigidbody;

DragObject(hit.distance, hit.point, mainCamera.ScreenPointToRay(Input.mousePosition).direction);
}

function DragObject (distance : float, hitpoint : Vetor3, dir : Vetor3)
{
    var startTime = Time.time;

    var mousePos = Input.mousePosition;

    var oldDrag = springJoint.connectedBody.drag;
    var oldAngularDrag = springJoint.connectedBody.angularDrag;
    springJoint.connectedBody.drag = drag;
    springJoint.connectedBody.angularDrag = angularDrag;

    var mainCamera = FindCamera();
    while (Input.GetMouseButton (0))
    {
        var ray = mainCamera.ScreenPointToRay (Input.mousePosition);
        springJoint.transform.position = ray.GetPoint(distance);
        yield;
    }

    if (Mathf.Abs(mousePos.x - Input.mousePosition.x) <= 2 && Mathf.Abs(mousePos.y -
Input.mousePosition.y) <= 2 && Time.time - startTime < .2 && springJoint.connectedBody)
    {
        dir.y = 0;
        dir.Normalize();
    }
}
```

```
        springJoint.connectedBody.AddForceAtPosition(dir * pushForce, hitpoint,
ForceMode.VelocityChange);

        ToggleLight( springJoint.connectedBody.gameObject );

    }

    if (springJoint.connectedBody)
    {

        springJoint.connectedBody.drag = oldDrag;

        springJoint.connectedBody.angularDrag = oldAngularDrag;

        springJoint.connectedBody = null;

    }
}

static function ToggleLight( go : GameObject )
{

    var theLight : Light = go.GetComponentInChildren(Light);

    if( !theLight )

        return;

    theLight.enabled = !theLight.enabled;

    var illumOn = theLight.enabled;

    var renderers = go.GetComponentsInChildren(MeshRenderer);

    for( var r : MeshRenderer in renderers )

    {

        if( r.gameObject.layer == 1 )

        {

            r.material.shader = Shader.Find(illumOn ? "Self-Illumin/Diffuse" : "Diffuse");

        }

    }

}
```

```
}
```

```
function FindCamera ()
```

```
{
```

```
    if (camera)
```

```
        return camera;
```

```
    else
```

```
        return Camera.main;
```

```
}
```

```
function OnPostRender()
```

```
{
```

```
    if( highlightObject == null )
```

```
        return;
```

```
    var go = highlightObject;
```

```
    highlightMaterial.SetPass( 0 );
```

```
    var meshes = go.GetComponentsInChildren(MeshFilter);
```

```
    for( var m : MeshFilter in meshes )
```

```
    {
```

```
        Graphics.DrawMeshNow( m.sharedMesh, m.transform.position, m.transform.rotation );
```

```
    }
```

```
}
```

### **mouseDown**

```
ar spring = 50.0;
```

```
var damper = 5.0;
```

```
var drag = 10.0;
```

```
var angularDrag = 5.0;
```

```
var distance = 0;
```

```
var pushForce = 0.2;

var attachToCenterOfMass = false;


var highlightMaterial : Material;

private var highlightObject : GameObject;


private var springJoint : SpringJoint;


function Update()
{
    var mainCamera = FindCamera();

    //If already exists an highlighted object
    highlightObject = null;

    if( springJoint != null && springJoint.connectedBody != null )
    {
        highlightObject = springJoint.connectedBody.gameObject;
    }
    else
    {
        // We need to actually hit an object
        var hitt : RaycastHit;

        if( Physics.Raycast(mainCamera.ScreenPointToRay(Input.mousePosition), hitt, 100 ) ) {
            if( hitt.rigidbody && !hitt.rigidbody.isKinematic ) {
                highlightObject = hitt.rigidbody.gameObject;
            }
        }
    }
}
```

```
// Make sure the user pressed the mouse down

if (!Input.GetMouseButtonDown (0))

    return;


// We need to actually hit an object

var hit : RaycastHit;

if (!Physics.Raycast(mainCamera.ScreenPointToRay(Input.mousePosition), hit, 100)) {

    return;

}

// We need to hit a rigidbody that is not kinematic

if (!hit.rigidbody || hit.rigidbody.isKinematic) {

    return;

}


if (!springJoint)

{

    var go = new GameObject("Rigidbody dragger");

    body = go.AddComponent ("Rigidbody");

    springJoint = go.AddComponent ("SpringJoint");

    body.isKinematic = true;

}


springJoint.transform.position = hit.point;

if (attachToCenterOfMass)

{

    var anchor = transform.TransformDirection(hit.rigidbody.centerOfMass) +
hit.rigidbody.transform.position;

    anchor = springJoint.transform.InverseTransformPoint(anchor);
```

```
        springJoint.anchor = anchor;
    }
    else
    {
        springJoint.anchor = Vetor3.zero;
    }

    springJoint.spring = spring;
    springJoint.damper = damper;
    springJoint.maxDistance = distance;
    springJoint.connectedBody = hit.rigidbody;

    DragObject(hit.distance, hit.point, mainCamera.ScreenPointToRay(Input.mousePosition).direction);
}

function DragObject (distance : float, hitpoint : Vetor3, dir : Vetor3)
{
    var startTime = Time.time;
    var mousePos = Input.mousePosition;

    var oldDrag = springJoint.connectedBody.drag;
    var oldAngularDrag = springJoint.connectedBody.angularDrag;
    springJoint.connectedBody.drag = drag;
    springJoint.connectedBody.angularDrag = angularDrag;
    var mainCamera = FindCamera();
    while (Input.GetMouseButton (0))
    {
        var ray = mainCamera.ScreenPointToRay (Input.mousePosition);
        springJoint.transform.position = ray.GetPoint(distance);
        yield;
    }
}
```



```
    }

    if (Mathf.Abs(mousePos.x - Input.mousePosition.x) <= 2 && Mathf.Abs(mousePos.y -
Input.mousePosition.y) <= 2 && Time.time - startTime < .2 && springJoint.connectedBody)
    {
        dir.y = 0;

        dir.Normalize();

        springJoint.connectedBody.AddForceAtPosition(dir * pushForce, hitpoint,
ForceMode.VelocityChange);

        ToggleLight( springJoint.connectedBody.gameObject );
    }

    if (springJoint.connectedBody)
    {
        springJoint.connectedBody.drag = oldDrag;

        springJoint.connectedBody.angularDrag = oldAngularDrag;

        springJoint.connectedBody = null;
    }
}

static function ToggleLight( go : GameObject )
{
    var theLight : Light = go.GetComponentInChildren(Light);

    if( !theLight )

        return;

    theLight.enabled = !theLight.enabled;

    var illumOn = theLight.enabled;

    var renderers = go.GetComponentsInChildren(MeshRenderer);
```

```
for( var r : MeshRenderer in renderers )
{
    if( r.gameObject.layer == 1 )
    {
        r.material.shader = Shader.Find(illumOn ? "Self-Illumin/Diffuse" : "Diffuse");
    }
}

function FindCamera ()
{
    if (camera)
        return camera;
    else
        return Camera.main;
}

function OnPostRender()
{
    if( highlightObject == null )
        return;

    var go = highlightObject;
    highlightMaterial.SetPass( 0 );
    var meshes = go.GetComponentsInChildren(MeshFilter);
    for( var m : MeshFilter in meshes )
    {
        Graphics.DrawMeshNow( m.sharedMesh, m.transform.position, m.transform.rotation );
    }
}
```

## **produtosTrigger**

```
ar spring = 50.0;

var damper = 5.0;

var drag = 10.0;

var angularDrag = 5.0;

var distance = 0;

var pushForce = 0.2;

var attachToCenterOfMass = false;


var highlightMaterial : Material;

private var highlightObject : GameObject;


private var springJoint : SpringJoint;


function Update()
{
    var mainCamera = FindCamera();


    //If already exists an highlighted object
    highlightObject = null;

    if( springJoint != null && springJoint.connectedBody != null )
    {
        highlightObject = springJoint.connectedBody.gameObject;
    }

    else
```

```
{  
  
    // We need to actually hit an object  
  
    var hitt : RaycastHit;  
  
    if( Physics.Raycast(mainCamera.ScreenPointToRay(Input.mousePosition), hitt, 100 ) ) {  
  
        if( hitt.rigidbody && !hitt.rigidbody.isKinematic ) {  
  
            highlightObject = hitt.rigidbody.gameObject;  
  
        }  
  
    }  
  
}
```

```
// Make sure the user pressed the mouse down  
  
if (!Input.GetMouseButtonDown (0))  
  
    return;
```

```
// We need to actually hit an object  
  
var hit : RaycastHit;  
  
if (!Physics.Raycast(mainCamera.ScreenPointToRay(Input.mousePosition), hit, 100)) {  
  
    return;  
  
}
```

```
// We need to hit a rigidbody that is not kinematic  
  
if (!hit.rigidbody || hit.rigidbody.isKinematic) {  
  
    return;  
  
}
```

```
if (!springJoint)  
  
{  
  
    var go = new GameObject("Rigidbody dragger");  
  
    body = go.AddComponent ("Rigidbody");
```

```
        springJoint = go.AddComponent ("SpringJoint");

        body.isKinematic = true;

    }

    springJoint.transform.position = hit.point;

    if (attachToCenterOfMass)

    {

        var anchor = transform.TransformDirection(hit.rigidbody.centerOfMass) +
hit.rigidbody.transform.position;

        anchor = springJoint.transform.InverseTransformPoint(anchor);

        springJoint.anchor = anchor;

    }

    else

    {

        springJoint.anchor = Vetor3.zero;

    }

    springJoint.spring = spring;

    springJoint.damper = damper;

    springJoint.maxDistance = distance;

    springJoint.connectedBody = hit.rigidbody;

    DragObject(hit.distance, hit.point, mainCamera.ScreenPointToRay(Input.mousePosition).direction);

}

function DragObject (distance : float, hitpoint : Vetor3, dir : Vetor3)

{

    var startTime = Time.time;

    var mousePos = Input.mousePosition;
```

```
var oldDrag = springJoint.connectedBody.drag;

var oldAngularDrag = springJoint.connectedBody.angularDrag;

springJoint.connectedBody.drag = drag;

springJoint.connectedBody.angularDrag = angularDrag;

var mainCamera = FindCamera();

while (Input.GetMouseButton (0))

{

    var ray = mainCamera.ScreenPointToRay (Input.mousePosition);

    springJoint.transform.position = ray.GetPoint(distance);

    yield;

}

if (Mathf.Abs(mousePos.x - Input.mousePosition.x) <= 2 && Mathf.Abs(mousePos.y -
Input.mousePosition.y) <= 2 && Time.time - startTime < .2 && springJoint.connectedBody)

{

    dir.y = 0;

    dir.Normalize();

    springJoint.connectedBody.AddForceAtPosition(dir * pushForce, hitpoint,
ForceMode.VelocityChange);

    ToggleLight( springJoint.connectedBody.gameObject );

}

if (springJoint.connectedBody)

{

    springJoint.connectedBody.drag = oldDrag;

    springJoint.connectedBody.angularDrag = oldAngularDrag;

    springJoint.connectedBody = null;

}

}
```

```
static function ToggleLight( go : GameObject )
{
    var theLight : Light = go.GetComponentInChildren(Light);

    if( !theLight )
        return;

    theLight.enabled = !theLight.enabled;

    var illumOn = theLight.enabled;

    var renderers = go.GetComponentsInChildren(MeshRenderer);

    for( var r : MeshRenderer in renderers )
    {
        if( r.gameObject.layer == 1 )
        {
            r.material.shader = Shader.Find(illumOn ? "Self-Illumin/Diffuse" : "Diffuse");
        }
    }
}

function FindCamera ()
{
    if (camera)
        return camera;

    else
        return Camera.main;
}

function OnPostRender()
{
    if( highlightObject == null )
```

```
        return;

    var go = highlightObject;

    highlightMaterial.SetPass( 0 );

    var meshes = go.GetComponentsInChildren(MeshFilter);

    for( var m : MeshFilter in meshes )

    {

        Graphics.DrawMeshNow( m.sharedMesh, m.transform.position, m.transform.rotation );

    }

}
```

### **tableTrigger.js**

```
#pragma strict

var produto : String;

function OnTriggerEnter(other : Collider) {

    if(other.collider.gameObject.tag == produto) {

        Camera.main.GetComponent(dragObject).inUse = false;

        var mousePos = Input.mousePosition;

        mousePos.z = Camera.main.nearClipPlane;

        var point = Camera.main.ScreenToWorldPoint(mousePos);

        other.transform.position = Vetor3(50, point.y, point.z);

        Camera.main.GetComponent(dragObject).counter ++;
```



```
        other.attachedRigidbody.constraints = RigidbodyConstraints.FreezePositionZ |  
  
        RigidbodyConstraints.FreezePositionX |  
  
        RigidbodyConstraints.FreezeRotation;  
    }  
}
```

## Apêndice VII

Fig. 2

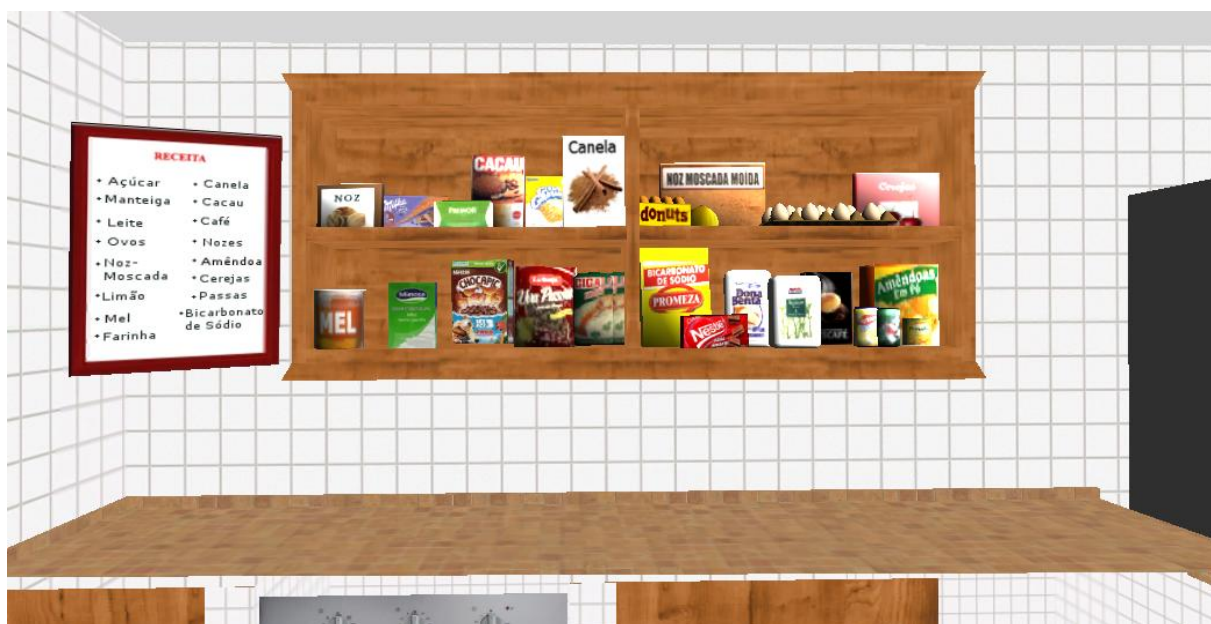
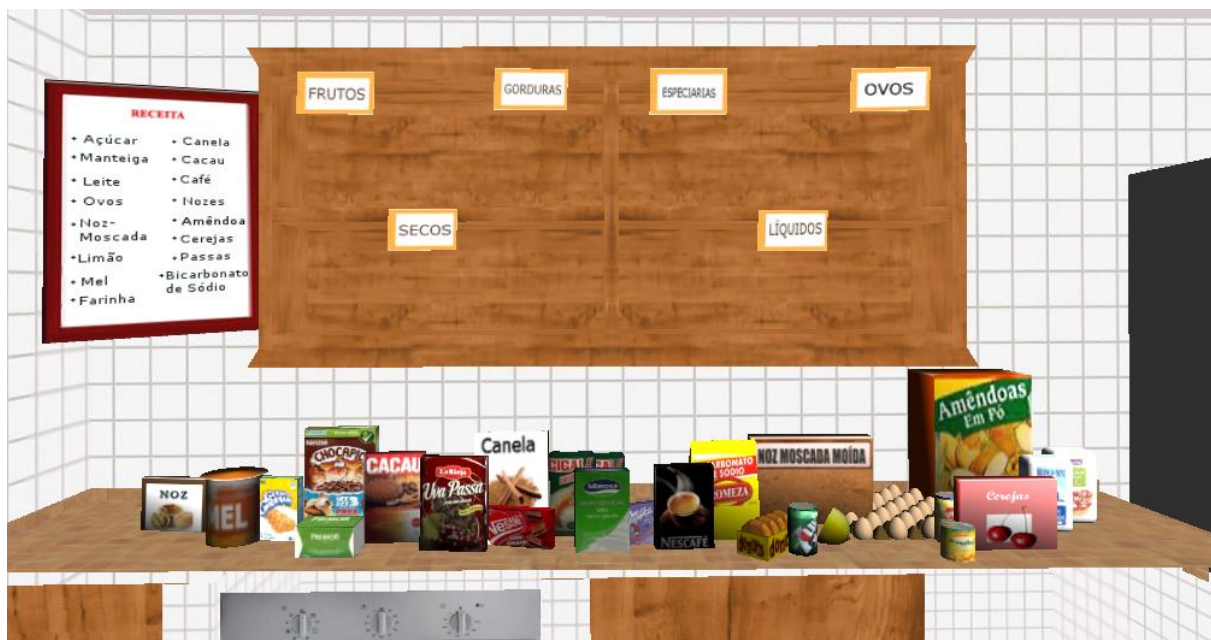


Fig. 3





## ANEXOS

## Anexo I

Fig. 4.

